

## Sähkörataohjeet





# Sähkörataohjeet

Liikenneviraston ohjeita 7/2016

Liikennevirasto  
Helsinki 2016

*Kannen kuva: Markku Nummelin*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-209-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Voimassa 1.6.2016 lukien

Korvaa

Sähkörataohjeet, RHK:n julkaisu B 22

Kohdistuvuus

Radanpito, kuten kunnossapito ja rakentaminen ja muu työskentely rautatiealueella, sähköradan käyttökeskustoiminta

Avainsanat

sähkötyö, ratatyö, rakentaminen, kunnossapito, sähkötyöturvallisuus, työturvallisuus, rautatieturvallisuus

## Sähkörataohjeet

### Liikenneviraston ohjeita 7/2016

Liikennevirasto on hyväksynyt käyttöön Sähkörataohjeet. Ohje tulee voimaan 1.6.2016.

Yljohtaja



Mirja Noukka

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA

Markku Granlund

Liikennevirasto

puh. 029 534 3875

## Esipuhe

Liikennevirasto on päivittänyt Sähkörataohjeet (Ratahallintokeskuksen julkaisu B 22).

Sähkörataohjeet koskevat sähköistettyjä rataosia. Sähkörataohjeissa käsitellään radan käyttöön ja radalla työskentelyn turvallisuuteen liittyviä sähköturvallisuuden säilymisen kannalta tarpeellisia toimintatapoja ja vaatimuksia.

Tämän ohjeen laadinnassa on selkeytetty ja päivitetty olemassa olevaa ohjeistusta. Suurimmat muutokset sähkörataohjeisiin on tehty lisäämällä Rata- ja rakennusteknisiin töihin liittyviä erikoisohjeita.

Muutoksilla korostetaan turvalliseen työskentelyyn oleellisesti liittyvinä sähköradan paluuvirtatien eheyden säilymisen merkitystä sekä työskentelyetäisyyksien huomioimisen ja erityisesti niiden toteutumisen valvonnan tärkeyttä kaikissa sähköradalla tehtävissä töissä.

Sähkörataohjeissa on huomioitu uudistuneet SFS 6002 (Sähkötyöturvallisuusohjeet) sekä Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) (Liikenneviraston ohjeita 6/2015, päivitetty keväällä 2016).

Sähkörataohjeiden päivityksestä vastasivat Markku Granlund Liikennevirastosta sekä Jyrki Saarro ja Jorma Männikkö VR Track Oy:stä. Päivitystyöhön osallistui Janne T. Nieminen Liikennevirastosta, Juha Salovaara ja Leo Tuppurainen VR Track Oy:stä, Arto Malin Eltel Networks Oy:stä sekä VR Track Oy:n, Ratatek Oy:n, Proxion Oy:n, Destia Rail Oy:n ja Ramboll Oy:n asiantuntijoita.

Helsingissä huhtikuussa 2016

Liikennevirasto  
Väylänpito/Radan kunnossapito-yksikkö

Ohjeeseen tehty seuraavat muutokset 31.5.2016:

Lisätty sivulle 38 ”Rakennusaikaista erotusjaksoa” koskeva kappale sekä korjattu liitettä 3.

## Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	8
1.1	Sähkörata.....	8
1.2	Soveltamisala.....	8
1.3	Sähköratalaitteiston käytön johtaminen.....	8
2	SÄHKÖRATAJÄRJESTELMÄN KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ .....	9
3	ETÄISYYDET SÄHKÖRADAN JÄNNITTEISISTÄ OSISTA.....	17
3.1	Jännitteiset rakenteet.....	17
3.2	Työskentelyn vähimmäisetäisyys .....	17
3.3	Työalueen vähimmäisetäisyyteen vaikuttavia seikkoja .....	17
3.4	Vähimmäisetäisyys jännitteisen osan sivulla ja alapuolella työskenneltäessä ..	18
3.5	Työkoneen maadoittaminen.....	19
3.6	Katkenneesta johtimesta aiheutuva vaara.....	19
3.7	Työskentelyetäisyyksien valvonta.....	19
3.8	Pienin työskentelyetäisyys syöttö- ja välikytkinasemilla.....	20
3.9	Veturit, vaunut ja työkoneet sähköradalla .....	20
3.10	Torni- ja kumipyöränosturin käyttö sähköradan läheisyydessä .....	20
4	TYÖSKENTELY SÄHKÖISTETYLLÄ RADALLA.....	21
4.1	Henkilöstöä koskevat vaatimukset.....	21
4.2	Sähkötöiden valvonta .....	21
4.3	Muiden töiden valvonta .....	21
4.4	Ryhmityskaavion ylläpito.....	22
4.5	Jännitekatko .....	22
4.5.1	Jännitekatkopyyntö.....	23
4.5.2	Kytkenähdotos .....	24
4.5.3	Jännitekatkoilmoitus .....	24
4.5.4	Erottaminen jännitteestä .....	24
4.5.5	Jännitteen kytkemisen estäminen.....	25
4.5.6	Jännitteettömyyden toteaminen.....	25
4.5.7	Päättyö- ja muiden työmaadoitusten tekeminen .....	26
4.5.8	Työn aloittamislupa .....	30
4.5.9	Työn päättymisilmoitus.....	30
4.5.11	Paluujohtimen työmaadoitusten poistaminen.....	31
4.5.12	Vastajohtimen työmaadoitusten poistaminen.....	31
4.6	Rata- ja rakennusteknisiin töihin liittyvät erikoisohjeet .....	31
4.6.1	Paluuvirtatiehen vaikuttavat työt .....	31
4.6.2	Ratatyöt, jotka edellyttävät raiteen siirtoa .....	35
4.6.3	Työkoneiden käyttö.....	35
4.7	Kuormaus- ja purkutyöt .....	37
4.8	Ylikulkusillan rakentaminen.....	37
5	HÄTÄMAADOITUS.....	40
6	SYÖTTÖASEMAT, VÄLIKYTKINASEMAT JA MUUT MUUTAMOT .....	41
6.1	Sähkötila .....	41
6.2	Sähkötalassa työskentely .....	41
6.3	Erityisohjeet .....	41

7	LIIKENNÖIMISEEN LIITTYVIÄ OHJEITA .....	42
7.1	Ratajohdon vauriot.....	42
7.2	Liikennöinnin salliminen.....	42
7.3	Jännitteen häviäminen, oikosulku tai virroitinvaurio veturissa sekä toimenpiteet .....	42
7.4	Virroitinvaurioiden havaitseminen matkan jälkeen .....	43
7.5	Ilmoituksen tekeminen lyhyistä jännitekatkoista tai voimakkaista valokaarista .....	43
7.6	Veturien tai junien pysäyttäminen .....	43
7.7	Liikennöinti höyryveturilla .....	43
8	RULLAAMINEN VIRROITIN ALHAALLA.....	44
9	VAUNUJEN KUORMAAMINEN, TARKASTAMINEN JA KUORMAN PURKAMINEN SÄHKÖRADALLA .....	45
9.1	Pääperiaatteet .....	45
9.2	Sähköistetyllä raiteella tai sen läheisyydessä tehtävien töiden ehdot .....	45
9.3	Kuormausalue .....	46
9.4	Tulenarat nesteet.....	46
9.5	Autonlastausraiteet ja muut kohteet kuten hallit, joissa sähkörataa ohjataan paikalliskäytöllä .....	46
10	KULJETUKSET SÄHKÖRADALLA.....	47
10.1	Erikoiskuljetusten vaatimat toimenpiteet.....	47
10.2	Maantiekuljetukset sähköradan tasoristeyksessä .....	47
11	TYÖSKENTELY OPASTINSILLALLA JA OPASTINMASTOSSA.....	48
12	SÄHKÖRADAN RAITEESEEN KOHDISTUVAT TYÖT .....	49
12.1	Paluuvirtatie .....	49
12.2	Suojamaadoitukset .....	49
12.3	Käyttömaadoitukset.....	49
13	KÄYTTÖKESKUKSET .....	51
13.1	Käyttökeskus .....	51
13.2	Työskentely käyttökeskuksessa.....	51
13.3	Sähköradan paikalliskäyttömahdollisuudet .....	53
13.4	Ratajohdon kytkentä .....	53
	13.4.1 Peruskytkentä .....	53
	13.4.2 Valvontajärjestelmän häiriöt ja vauriot.....	53
	13.4.3 Käyttöpäiväkirja .....	53
	13.4.4 Syöttöalueet.....	53
	13.4.5 Erottimien, kuormanerotimien ja katkaisijoiden käyttäminen .....	53
13.5	Toimenpiteet häiriötapauksissa .....	54
	13.5.1 Häiriöiden selvitys.....	54
	13.5.2 Oikosulku ratajohdossa .....	54
	13.5.3 Automaattinen pikajälleenkytkentä.....	54
	13.5.4 Ratajohdon kuormitus.....	55
	13.5.5 Häiriö syöttö- tai välilytkinasemalla.....	55
	13.5.6 Häiriö 110 kV verkossa .....	55
	13.5.7 Häiriöstä ja poikkeavuuksista ilmoittaminen.....	56



VIITELUETTELO .....	57
---------------------	----

LIITELUETTELO

1. Sähköistysjärjestelmät
2. Erotuskenttä, erotusjakso
3. Ratajohtopylvään käyttömaadoitukset
4. Virran kulkutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä järjestelmässä 25 kV
5. Virran kulkutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä järjestelmässä 2x25 kV
6. Ryhmyseristimet
7. Liikennepaikan sähköratalaitteiden merkintöjä (Ryhmityskaavio)
8. Syöttö- ja välikytkinasema järjestelmässä 25 kV
9. Järjestelmän 2x25 kV syöttöasema
10. Ratajohto avoradalla ja ratapihalla
11. Tehtävään opastetun henkilön pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 25 kV
12. Tehtävään opastetun henkilön pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 2x25 kV
13. Jännitekatkoprosessi ja -ilmoitus
14. Paluujohtimen erottaminen viereisen raiteen paluujohtimesta
15. Ajo- ja paluujohtimen siirrettävät työmaadoitusvälineet
16. Aukean tilan ulottuma
17. Sähköradan merkkejä

# 1 Yleistä

## 1.1 Sähkörata

Suomessa Liikenneviraston hallitsemalla sähköradalla käytössä oleva sähköistysjärjestelmä on 25 kV tai 2x25 kV (liitteet 1, 4 ja 5).

Sähköratarakenne koostuu syöttö- ja välilytkinasemista, ratajohdon johtimista ja niiden kannatusrakenteista (pylväät, portaalit, kääntöorret), imumuuntajista, radanvarsisäästömuuntajista, erottimista ja eristimistä. Rakenteeseen kuuluvat lisäksi sähköradan läheisyydessä sijaitsevien metallirakenteiden suojamaadoitusjohtimet, sähköistettyjen raiteiden kiskot jne. (liitteet 9 ja 10).

## 1.2 Soveltamisala

Tätä ohjetta on noudatettava Liikenneviraston hallinnoimalla valtion rataverkolla sekä niillä yksityisillä raiteilla, joilla on Liikenneviraston sähköratarakenteita

Liikennevirasto on laatinut sähköratalaitteiston haltijana sähkörataohjeet (SRO) turvallista työskentely varten sähköradalla ja sen välittömässä läheisyydessä.

Sähköradan sähkölaitteiston rakentamisessa, muuttamisessa ja korjaamisessa sekä käyttämisessä ja hoitamisessa on lisäksi noudatettava voimassa olevaa sähköturvallisuuslakia ja sähköturvallisuusasetusta, valtioneuvoston ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiä, Liikenteen turvallisuusviraston (TRAFI) määräyksiä, Turvatekniikan keskuksen (TUKES) ja Liikenneviraston ohjeita, sähköturvallisuutta koskevia SFS-standardeja sekä Työturvallisuusmääräykset.

Jotta sähköradalla ratatyötä tekevät henkilöt voivat perehtyä sähkörataan ja sitä koskeviin sähköturvallisuusmääräyksiin tehtäviensä edellyttämässä laajuudessa, heidän esimiestensä on huolehdittava siitä, että heille annetaan riittävä sähkörataa koskeva sähköturvallisuuskoulutus ja että heillä on käytettävissään Sähkörataohjeet.

Jokaisella rautatiealueella liikkuvalla, joka havaitsee sähköratarakenteissa vaurioita tai poikkeavuuksia, on velvollisuus tehdä ilmoitus havainnoistaan liikenteenohjaukselle tai käyttökeskukseen.

## 1.3 Sähköratalaitteiston käytön johtaminen

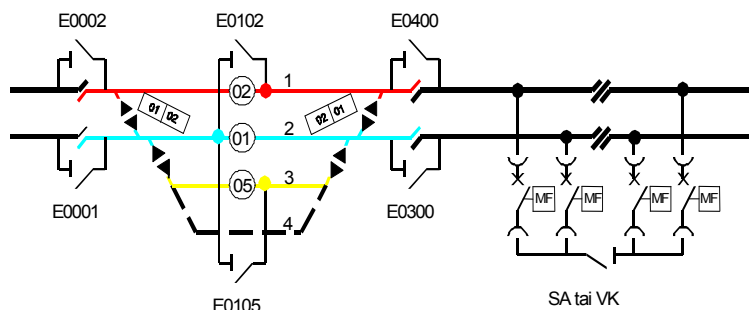
Sähköratalaitteiston käytön johtaja on tarvittaessa velvollinen antamaan tarkempia ohjeita sähköradan käyttötoiminnasta ja sähkörataan liittyvistä töistä. Tarkemmat tiedot sähköratalaitteiston käytön johtamisesta ovat saatavilla Liikenneviraston kotisivuilta ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)).

## 2 Sähköratajärjestelmän käsitteitä ja määritelmiä

Ajojohdin	Ajolangan ja kannattimen tai vain ajolangan muodostama johdin.
Ajolanka	Ajojohtimen alempi osajohdin, josta virroitin ottaa tehoa.
Aukean tilan ulottuma (ATU)	Radan aukealla tilalla tarkoitetaan sitä pitkin raidetta ulottuvaa tilaa, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita (liite 16).
Eristetty kisko	Sähköratavirtapiiriin kuulumaton ratakisko, jota käytetään turvalaitosten eristettyjen raideosuuksien muodostamiseen.
Eroin (E)	Mekaanisesti toimiva kytkinlaite, joka auki asennossa aikaansaa luotettavan avausvälin ja kiinniasennossa kykenee johtamaan kuormitus- ja oikosulkuvirran, mutta jolta ei vaadita katkaisu- eikä sulkemiskykyä.
Erottaminen	Toimenpide, jolla virtatapiirin osa erotetaan toisesta virtapiirin osasta siten, että sähköön johtuminen, vuotaminen tai ylilyönti erotuskohdan yli ei ole mahdollista.
Erotusjakso (EJ)	Rakenne, jossa ajojohdin on vierekkäisten syöttöalueiden rajalla eristetty pituussuunnassa kahdesta peräkkäisestä kohdasta, joiden väliin jää maadoitettu osa (liite 2).
Erotuskenttä	Kiristyskenttä, jossa on siirtymäjänne ja erotusväli (liite 2).
Hätämaadoitus	Vaurio- tai muussa hätätilanteessa tehtävä työmaadoitus, jonka suorittaminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle, rautatieyrityksen tehtävään koulutetulle veturimiehistölle, Liikenneviraston pelastusyksikön johtajalle. (Rautatietoimintojen yleisjohtaja), työkoneen kuljettajalle tai pelastusyksikölle.
Hätätilanne	Onnettomuuden, vaurion, tulipalon tai määräysten vastaisen menettelyn seurauksena syntynyt tai mahdollisesti syntyvä tilanne, joka voisi aiheuttaa henkilö- tai suuria omaisuusvahinkoja.
Impedanssisilta	Kuristin, jota käytetään kaksikiskoisen raidevirtapiirin alueella paluuvirran johtamiseen eristysjatkoksen yli (raidekuristin) sekä rakenteiden, paluujohtimen, reduktiojohtimen ja kiskon varmistukseen ja M-johtimen maadoittamiseen paluukiskoon (maadoituskuristin).
Imumuuntaja (IM)	Muuntaja, jonka ensiökäämi on sarjassa ajojohtimen kanssa ja toisiokäämi paluujohtimen kanssa ja jonka tarkoitus on pakottaa paluuvirta kulkemaan paluujohtimessa.
Jakelu- muuntamo (JM)	Muuntoasema, joka muuntaa ajojohtimen jännitteen (25 kV) jakeluverkkoon sopivaksi jännitteeksi

JETI	JETI on junaliikenteen ennakkotiedot -järjestelmä, jolla laaditaan, jaetaan ja ylläpidetään ennakkoilmoituksia ja radan liikennöitävyyteen vaikuttavia tietoja. Järjestelmässä laaditaan ja hyväksytään rataverkolla tehtävät ratatyöt ja ennakkosuunnitelmat.
Jännitekatko	Sähkölaitteiston tietyn osan tekeminen jännitteettömäksi (kohta 4).
Jännitekatko-pyyntö	Kytkenähdotuksen laatijalle tai poikkeustapauksessa käyttökeskukselle esitetty anomus sähkölaitteiston tietyn osan tekemiseksi jännitteettömäksi.
Jännitteenkoetin	Siirrettävä laite, jota käytetään tunnistamaan luotettavasti käyttöjännitteen läsnäolo tai poissaolo, ja jota käytetään varmistamaan asennuksen olevan valmiina työmaadoitettavaksi
Kaksikiskoinen raidevirtapiiri	Raidevirtapiiri eristetyllä raideosuudella, jossa raiteen molemmat kiskot ovat paluukiskoja.
Kannatin	Ajojohtimen koostuessa ajolangasta ja kannattimesta sen ylempi osajohdin, joka kannattaa ripustimien välityksellä ajolankaa.
Katkaisija	Kytkinlaite, joka pystyy katkaisemaan, sulkemaan ja johtamaan kuormitusvirran lisäksi myös oikosulkuvirran.
Kiipeämiseste	Ratajohtopylvääseen kiinnitetty, pylvääseen kiipeämisen estävä rakenne.
Kiskonvarmistusjohdin (K-johdin)	Yhtä paluukiskoa käytettäessä tämän rinnalle kytketty johdin, joka varmistaa paluuvirtatien kiskon katkeamisen varalta.
K-johtimen kiskoon liitäntä (KKL)	Kiskonvarmistusjohtimen liitäntä paluukiskoon
Kuormanerotin	Kytkinlaite, joka on sekä kytkin että erotin.
Kytkentä	Toimenpide, jolla muutetaan sähköverkon kytkentätilaa. Kytkentään liittyviä nimityksiä ovat: Sähkölaitteiston osa <ul style="list-style-type: none"> <li>- erotetaan jännitteestä</li> <li>- kytketään jännitteiseksi</li> </ul> Kytkin (katkaisija, erotin), virtapiiri <ul style="list-style-type: none"> <li>- avataan</li> <li>- suljetaan</li> </ul> Sulake <ul style="list-style-type: none"> <li>- poistetaan</li> <li>- asetetaan paikoilleen</li> </ul> Työmaadoitus <ul style="list-style-type: none"> <li>- tehdään</li> <li>- poistetaan</li> </ul> Kun kytkin on avattu, se on auki (-asennossa). Suljettu kytkin on kiinni (-asennossa). Laitteiden yhteydessä käytetään tunnuksia O ja I seuraavasti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- O, kytkimen aukiasento tai kytkimen avaava painike</li> <li>- I, kytkimen kiinniasento tai kytkimen sulkeva painike</li> </ul>

**KytKentäryhmä** Kytkimien, ryhmityseristimen, erotuskentän tai erotusjakson rajaama ratajohdon virtapiirin metallisesti yhtenäinen osa.



Merkintöjen selitykset:

01 02 05	kytkentäryhmien numerot		ryhmityseristin
E0001, E0002	pitkittäiserottimet		erotuskenttä
E0300, E0400	poikittäiserotin		erotusjakso
E0102	ryhmäerotin	SA	syöttöasema
E0105	ryhmityseristimen	VK	välilytkinasema
02 01	kytkentäryhmien		sähköistämätön
	numero (ilmoittaa		raide
	eristimen takana olevan		erotin
	ryhmän numeron)		katkaisija

Kuva 1. KytKentäryhmä

Ryhmityseristimien varustamista kytKentäryhmänumeroilla käytetään isoilla ratapihoilla.

KytKin	KytKinlaite, joka pystyy katkaisemaan ja sulkemaan määrätyn virran sekä johtamaan kuormitus- ja oikosulkuvirran.
Käyttökeskus	Keskus, jossa käyttöpäivystäjä tekee keskitetysti sähköradan kytKentämuutoksia, valvoo energian käyttöä, vastaanottaa vika-ilmoituksia ja välittää tietoja kunnossapitoon.
Käyttö- maadoittaminen	Virtapiirin maadoittamiseen käytetty maadoitus (esim. PKL, liite 3).
Kääntöorsi	Pylväaseen tai vastaavaan kannatusrakenteeseen kiinnitetty ajojohdinta kannattava jännitteinen rakenne, joka pääsee vaakatasossa kääntymään.
Liikenteen- ohjaus	Liikenteenohjaus on rautatieliikenteen käyttämien kulkuteiden turvaamista. Liikenteenohjaus käsittää kulkuteiden turvaamisen lisäksi liikenteessä tarvittavien lupien ja ilmoitusten antamista. Liikenteenohjaukseen sisältyy myös ratatyöalueiden turvaaminen, lupien antaminen ratatyöhön ja työn päättymisilmoitusten vastaanottaminen.
Liitäntäjohtdin	Osajohtimien, johtimien sekä johtimen ja kojeen välisiin liitäntöihin käytetty johdin, joka on tavallisesti taipuisa, lyhyehkö ja löysänä riippuva.

Maadoittaminen	Virtapiiriin tai laitteen johtavan osan yhdistäminen maadoitus-elektrodiin.
M-johdin	Yleensä ilmassa oleva maadoitusjohdin, jolla useita ratajohtopylväitä tai muita suojamaadoitettavia osia liitetään paluukiskoon
M-johtimen kiskoon liitäntä (MKL)	M-johtimen liitäntä paluukiskoon. (Tavallisesti noin 200m välein, joka kolmas pylväs)
Ohitusjohdin	Ajojohtimen rinnalle kytkettävissä oleva, muualta kuin syöttöasemalta lähtevä johdin, jolla voidaan ohittaa radan pituussuunnassa yksi tai useampia ajojohtimen sähköisiä ryhmiä.
Opastettu henkilö	Henkilö, jonka sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet siten, että hän kykenee välttämään sähkön aiheuttamat vaarat.
Opastus ja ohjeistus	Sähkölaitteistossa työskentelyyn liittyvät suulliset tai kirjalliset ohjeet.
Paluujohtin	Paluuvirtaa varten oleva johdin, joka liitetään paluukiskoon jokaisen imumuuntajavälin keskivaiheilla.
Paluujohtimen kiskoonliitäntä (PKL)	Paluujohtimen yhdistäminen paluukiskoihin (liite 3).
Paluukisko (t)	Paluuvirtatien osana toimiva metallisesti yhtenäinen ratakisko
Paluukiskojen poikittais-yhdistys	Metallinen yhdistys, joka on tehty rinnakkaisten paluukiskojen välille joko suoraan tai impedanssisiltojen keskipisteen kautta.
Paluuvirtatie	Osa sähköradan virtapiiriä, jota pitkin virta palaa sähköveturista tai sähköjunasta tai muusta sähköradasta energiansa ottavasta kulutuspisteestä syöttöasemalle.
Pitkittäiserotin (E)	Saman pääraiteen ajojohtimen sekä mahdollisen imumuuntajan kanssa sarjassa oleva erotin.
Poikittaiserotin (E)	Eri raiteiden ajojohtimien välinen erotin.
Poikittais-katkaisija	Kahden erillisesti syötetyn johdon välinen katkaisija.
Pääkaavio	Kaaviollinen esitys rataosan sähköistyksestä. Pääkaavio tehdään ennen sähköistysurakkaa eikä sitä päivitetä urakan valmistumisen jälkeen.
Päätyö-maadoitus	Lähinnä ajojohtimen erotuskohtaa oleva ajojohtimen työmaadoitus.
Radanvarsi-säästö-muuntaja (AM)	Sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV radanvarteen n.7 km välein sijoitettu muuntaja, jonka tarkoitus on pakottaa paluuvirta kulkemaan vastajohtimessa.

Radanylitys-johdin	Poikittain radan ylittävä sähköratajärjestelmän muu virtajohdin kuin liitäntäjohdin.
Raidevirtapiiri	Virtapiiri, jonka avulla saadaan tieto junan olemassaolosta eristetyllä raideosuudella.
Ratajohto	Ajojohtimen ja mahdollisen paluujohtimen tai vastajohtimen sekä kannatusrakenteiden ja varusteiden muodostama johto.
Ratatekniset ohjeet (RATO)	Liikenneviraston laatima, ratatekniikkaa ja ratateknisiä töitä koskeva ohjekokoelma.
Ratatyöstä vastaava	Ratatyöstä vastaava on henkilö, joka vastaa ratatyön liikenne-turvallisuudesta, pyytää liikenteenohjauksen luvan ratatyöhön ja ilmoittaa ratatyön päättymisestä
Rautatieyritys	Yhtiö tai muu yhteisö, joka päätoimenaan tarjoaa rautateiden kuljetuspalveluja ja jolla on hallinnassaan kuljetuksiin tarvittava vetovoima taikka yhtiö tai muu yhteisö, jolla on pelkästään kuljetuksiin tarvittava vetovoima hallinnassaan ja lupa toiminnan harjoittamiseen.
Reduktiojohdin (R-johdin)	Imumuuntajattomassa ja säästömuuntajattomassa järjestelmässä paluukiskojen rinnalle kytketty johdin, jonka tarkoituksena on pienentää maan kautta palaavaa virtaa.
Reduktiojohti-men kiskoon-liitäntä (RKL)	Reduktiojohtimen yhdistäminen (tavallisesti 300...500 m välein) paluukiskoon.
Ripustin	Rakenne, jolla ajolanka on ripustettu kannattimeen.
Rullaaminen	Työmaadoitetun tai rikkoutuneen johdonosan ohittaminen sähkövetokalustolla virroitin alhaalla liike-energian avulla.
Ryhmyseristin (RE)	Varuste, joka jakaa ajojohtimen kahteen sähköiseen ryhmään siten, että alta kulkeva virroitin voi ottaa koko ajan tehoa (liite 6).
Ryhmityskaavio	Kaaviollinen, ajan tasalla oleva esitys tietyn rataosan raiteiden jakaantumisesta sähköradan kytkentäryhmiin (liite 7).
Ryhmityskaa-vion päivityk-sestä vastaava henkilö	Ennen sähkölaitteiston toimintaa tai rakennetta muuttavan työn aloittamista kirjallisesti nimetty henkilö, joka vastaa ryhmitys-kaavion päivittämisestä.
Suojamaadoit-taminen	Virtapiiriin kuulumattoman, tavallisesti jännitteelle alttiin kosketel-tavan osan maadoittaminen (esim. ratajohtopylväs, opastin, rele-koppi, kaide).
Syöttöasema (SA)	Kytkinlaitos, josta syötetään teho sähköradalle (liitteet 8 ja 9).
Syöttöjohdin	Syöttöaseman ja ajojohtimen välinen muu johdin kuin radanylitys- ja liitäntäjohdin.

Syöttöjohto	Syöttöjohdin ja tämän oma paluu- tai vastajohdin.
Syöttömuuntaja	Syöttöasemalla oleva muuntaja (liitteet 8 ja 9), jolla 110 kV verkon jännite alennetaan sähköradan syöttöjännitteen suuruiseksi (25 kV tai 2x25 kV).
Syöttösäästömuuntaja (SAM)	Muuntaja, jonka ensiö on kytketty 25 kV syöttömuuntajan toisioon, toisio ajojohtimen ja vastajohtimen väliin ja toisio keskipiste paluukiskoon ja jolla 25 kV jännite nostetaan 2x25 kV:iin. Käytetään muutettaessa olemassa olevan järjestelmän 25 kV syöttöasema järjestelmän 2x25 kV syöttöasemaksi.
SSR	Käytöstä poistunut ohjekokoelma Sähköistyksen kiinteiden laitteiden suunnittelu- ja rakentaminen
Sähköalan ammattihenkilö	Henkilö, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähkön mahdollisesti aiheuttamat vaarat.
Sähköistysjärjestelmä 25 kV	Suomessa yleisesti käytetty sähköistysjärjestelmä (liitteet 1 ja 4), jossa 25 kV käyttöjännite syötetään ajojohtimen ja paluukiskon väliin.
Sähköistysjärjestelmä 2x25 kV	Eräillä rataosilla käytetty sähköistysjärjestelmä (liitteet 1 ja 5), jossa 25 kV käyttöjännite syötetään ajojohtimen ja paluukiskon väliin ja samansuuruinen, mutta vastakkaisvaiheinen jännite -25 kV vastajohtimen ja paluukiskon väliin.
Sähkölaitteisto	Sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki sähkölaitteet, joita käytetään sähköenergian tuottamiseen, siirtoon, muuttamiseen, jakeluun ja käyttöön.
Sähkölaitteiston käyttöä valvova henkilö	Henkilö, joka vastaa sähkölaitteiston turvallisesta käytöstä työn aikana
Sähkölaitteiston käytön johtaja	Sähkölaitteiston haltijan nimeämä, sähkölaitteiston vastuuhenkilö jolla on asianmukainen pätevyys ja jonka Turvatekniikan keskus on rekisteröinyt käytön johtajan tehtävään.
Sähkölaitteiston vastuuhenkilö	Nimetty henkilö, jolla on yleinen vastuu sähkölaitteistossa tehtävien toimenpiteiden turvallisuuden varmistamisesta sääntöjen, organisaation tai puitteiden avulla.
Sähkөратаohjeet (SRO)	Liikenneviraston laatimat ohjeet turvallista työskentelyä varten sähköradalla ja sen välittömässä läheisyydessä.
Sähkötila	Huone tai luotettavasti aidattu alue (esim. syöttö- ja välilytkin-asema tai vaununlämmitysmuuntamo), jossa on vain sähkölaitteita ja näiden apulaitteita ja johon normaalisti pääsee vain tilan sähkölaitteista aiheutuvan vaaran tunteva käyttöhenkilökunta.
Työsuoritukselta vastaava henkilö	Sähkötyötä varten nimitetty henkilö, joka vastaa toiminnallisesti työstä työkohteessa.



Sähköturvallisuushenkilö	Itsenäiseen työskentelyyn kykenevä, tiettyyn työhön nimetty sähköalan ammattihenkilö, joka kykenee välttämään sähköön aiheuttamat vaarat ko. työssä. Hän toimii ratatyömaalla työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojana työryhmille, nostotöille tai työkoneille eikä saa valvoessaan töiden turvallisuutta osallistua itse työn tekemiseen.
Sähköturvallisuustoimien valvoja	Itsenäiseen työskentelyyn kykenevä, tiettyyn työhön nimetty sähköalan ammattihenkilö, joka kykenee välttämään sähköön aiheuttamat vaarat ko. työssä. Hän toimii ratatyömaalla sähköturvallisuuden valvojana työryhmille, nostotöille tai työkoneille eikä saa valvoessaan töiden turvallisuutta osallistua itse työn tekemiseen.
Säästömuuntajallinen sähkörata	Sähköistysjärjestelmällä 2x25 kV sähköistetty rata.
Työ	Sähkötyö tai muu työ, jossa on sähköisen vaaratekijän mahdollisuus.
Muu työ	Sähkölaitteiston läheisyydessä tapahtuva työ, kuten rakentaminen, kaivaminen, nostaminen, siivoaminen mekaaninen kunnossapitotyö jne.
Turvaetäisyysvahti	Työskenneltäessä jännitteisten osien läheisyydessä asetetaan tarvittaessa turvaetäisyysvahti valvomaan, että työskentely tapahtuu turvallisella etäisyydellä jännitteisistä osista. Nimeämisen tekee työstä vastaava henkilö tai sähköturvallisuuden valvoja työvaiheen vaaranarvioinnin perusteella.
Työalue	Työkohde (-kohteet) tai -alue (-alueet), jossa työskennellään, suunnitellaan työskenneltävän tai on työskennelty.
Työmaadoittaminen	Virtapiirin normaalioloissa jännitteisten johtimien maadoittaminen ja oikosulkeminen työn ajaksi (liite 15, välineet).
Työmaadoitusvälineet	siirrettävä laite, joka kiinnitetään käsin eristävillä välineillä sähköjärjestelmän osiin maadoittamista ja oikosulkemista varten
Työsuoritukselta vastaava henkilö	Nimetty henkilö, joka vastaa toiminnallisesti työstä työkohteessa
Sähköturvallisuuden valvoja	Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi kutsutaan työaikaista sähköturvallisuutta valvomaan nimettyä henkilöä, joka voi osallistua työhön tai tehdä sen kokonaisuudessaan itse. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan pitää olla itsenäiseen työhön kykenevä sähköalan ammattihenkilö

---

Vaihteenlämmitysmuuntamo (LM)	Muuntoasema, joka muuntaa ajojohtimen jännitteen (25 kV) vaihteen lumenpoistolaitteille sopivaksi jännitteeksi.
Vastajohdin	Järjestelmään 2x25 kV kuuluva johdin, jolla on yhtä suuri mutta vaiheeltaan vastakkainen jännite maata vastaan kuin ajojohtimella.
1500 V muuntamo (LA)	Muuntoasema, jonka yksivaihemuuntaja muuntaa ajojohtimen jännitteen (25 kV) mm. vaunujen seisontalämmitykseen sopivaksi suurjännitteeksi (1500 V)
Välikytkin-asema (VK)	Kahden vierekkäisen syöttöaseman välille rakennettu kytkinlaitteita sisältävä kytkinasema
Yksikiskoinen raidevirtapiiri	Raidevirtapiiri eristetyllä raideosuudella, jossa vain toinen kisko on paluukisko.

## 3 Etäisyydet sähköradan jännitteisistä osista

### 3.1 Jännitteiset rakenteet

Kaikki ratajohtoon kuuluvat johtimet ja niihin liittyvät rakenteet, kuten kääntöorret ja eristimet (liite 10), ovat hengenvaarallisia, ellei kyseinen ratajohto ole erotettu

### 3.2 Työskentelyn vähimmäisetäisyys

Työskentelyn vähimmäisetäisyys on pienin ilmavälinä toteutettu työskentelyetäisyys, jonka pitää säilyä työntekijän kehon minkä tahansa osan tai suoraan käsiteltävän työkalun, työkoneen tai työssä tarvittavien aineiden ja muussa potentiaalisissa olevan jännitteisen osan välillä. Pienin Työskentelyn vähimmäisetäisyys on säilytettävä työn aikana sekä työpaikalle tultaessa ja sieltä poistuttaessa.

Työskentelyn vähimmäisetäisyys suojaamattomista jännitteisistä osista on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Näissä taulukoissa esitettyjen vähimmäisetäisyyksien lisäksi tulee ottaa huomioon muissa määräyksissä esitetyt etäisyysvaatimukset (esim. RATO 5 Ratatekniset ohjeet Sähköistetty rata /1/).

Tarvittaessa työskentelyalue on rajattava tai merkittävä selvästi.

Työskentely jännitteisten rakenteitten yläpuolella on kielletty ilman sähkölaitteiston käytön johtajan lupaa.

### 3.3 Työalueen vähimmäisetäisyyteen vaikuttavia seikkoja

Työalueen vähimmäisetäisyyteen paljaasta jännitteisestä osasta vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- osan jännite
- onko kyseessä henkilön vai koneen työskentely
- missä suunnassa työskentelevään henkilöön tai koneeseen nähden jännitteinen osa sijaitsee (sivulla, yläpuolella)
- onko kyseessä sähköalan ammattihenkilö vai tehtävään opastettu henkilö
- työpaikoille tuleminen ja sieltä poistuminen ottaen huomioon kuljetettavat välineet
- työn aikana tehtävät liikkeet ottaen huomioon työssä käytettävät välineet
- työskentelyasennot ja -tasot, raiteiden eri tasot
- ojentamiset, horjahtamiset, liukastumiset
- onko kyseessä kiskoilla kulkeva työkone (esim. ratakuorma-auto) vai muu liikkuva tai siirrettävä työkone (esim. pyöräkuormaaja) ja työkoneen suurin ulottuvuus (rajoittimet) ottaen huomioon taakka ja taakan heiluminen
- työn laatu ja kesto.

### 3.4 Vähimmäisetäisyys jännitteisen osan sivulla ja alapuolella työskenneltäessä

Taulukko 1. Työskentelyn vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteisistä osista

Työntekijä	Työskentelyn vähimmäisetäisyys 25 kV jännitteisistä osista		Työskentelyn vähimmäisetäisyys paluujohtimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Sähköalan ammattihenkilö <sup>2)</sup> Tehtävään opastettu henkilö	1,5 m 2,0 m	1,0 m 2,0 m	0,5 m 2,0 m <sup>1)</sup>	0,5 m 2,0 m <sup>1)</sup>

- 1) Työskentely alle 2,0 m etäisyydellä paluujohtimesta on kielletty ilman sähkölaitteiston käytön johtajan lupaa.  
Tehtävään opastetun henkilön pienimmät työskentelyetäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista on esitetty liitteissä 11 ja 12.
- 2) Sähköalan ammattihenkilön pienin työskentelyetäisyys myös henkilönostimella työskenneltäessä. Katso kohta 4.2

Taulukko 2. Työkoneiden työskentelyn vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteisistä osista.

Työkone	Työskentelyn vähimmäisetäisyys 25 kV jännitteisistä osista		Työskentelyn vähimmäisetäisyys paluujohtimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Nostokorkeuden rajoittimella varustettu kiskoilla kulkeva työkone 1)2)4)5)6)	3,0 m	1,0 m	2,0 m	1,0 m
Nostokorkeuden rajoittimella varustettu liikkuva tai siirrettävä kone 2)3)4)5)6)	3,0 m	1,5 m	2,0 m	1,5 m
Muu liikkuva tai siirrettävä kone ilman nostokorkeuden rajoitinta 2)4)5)	3,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

Tarvittaessa työskentelyalue on rajattava tai merkittävä selvästi. Etäisyydet koskevat myös kaikkia työssä käytettäviä välineitä ja taakkoja.

Taulukossa 2 mainittujen ehtojen on oltava samanaikaisesti voimassa.

- 1) Kiskoilla kulkeva työkone, jonka liikkuvien osien (nosturi tms.) toiminta on viranomaisen hyväksymällä tavalla rajoitettu enintään 5,0 m korkeuteen kiskon selästä.
- 2) Ennen työskentelyn aloittamista urakoitsijan on annettava työntekijöille riittävä opastus, josta on kirjattu merkintä työmaapöytäkirjassa tai vastaavassa.
- 3) Rajoittimella varustetun työkoneen, joka ei kulje kiskoilla, ylin toimintakorkeus on 4,5 m kiskon selästä.

- 4) Jos joissakin sähkörataan kohdistuvissa erityistöissä joudutaan alittamaan taulukon 2 vähimmäisetäisyydet 25 kV jännitteisistä osista ja paluujohtimesta, tähän tulee saada kyseisen sähkölaitteiston käytön johtajan lupa. Käytön johtaja antaa tarkemmat ohjeet työn suorittajalle.
- 5) Alueet, joilla ajolangan ripustuskorkeus on normaalia pienempi, merkitään pylvääseen kiinnitettävällä kilvellä, jossa on teksti: "Ajolangan korkeus alle 6,0 m".
- 6) Rajoittimen toiminta on tarkastettava ennen työn aloittamista. Työkoneen haltija vastaa siitä, että rajoitin on oikein mitoitettu, ja työsuorituksesta vastaavan henkilön on tarkistettava, että se on käytössä.

## 3.5 Työkoneen maadoittaminen

Jos työkone tai sen taakka voi työkoneen rikkoutumisen, kaatumisen, taakan heilumisen, vaijerin katkeamisen (vaijerin katkeamisesta ja sinkoutumisesta aiheutuvaan vaaraan on kiinnitettävä erityistä huomiota) tai muun syyn vuoksi ulottua taulukon 2 vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi sähköradan jännitteisiä osia on työkoneen runko maadoitettava työn ajaksi paluuvirtakiskoon tai sähköratapylvääseen vähintään yhdellä 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella. Maadoituksen saa tehdä vain sähköalan ammattihenkilö tai työkohteessa tehtävään opastettu henkilö.

## 3.6 Katkenneesta johtimesta aiheutuva vaara

Jos ratajohdon johdin on katkennut ja pudonnut maahan, myös maassa saattaa esiintyä vaarallinen jännite, ns. askeljännite. Vaarallisen alueen katsotaan ulottuvan vähintään 20 m päähän pudonneesta johtimesta. Johtimen lähelle ei sen vuoksi saa mennä, vaan katkenneesta johtimesta on toimitettava välittömästi tieto käyttökeskukseen.

Johtimen korjaamiseen saa ryhtyä vasta sitten, kun ko. ratajohdon osa on erotettu jännitteestä ja työmaadoitettu (ks. kohta 4) ja korjaustyön aloittamiseen on saatu liikenteenohjaajalta lupa.

## 3.7 Työskentelyn vähimmäisetäisyyksien valvonta

Sähköradalla suoritettavan työn työturvallisuudesta vastaavan henkilön on harkittava, voidaanko työhön osallistuvien henkilöiden ja/tai koneen työskentelyalue rajata siten, että työskentelyn vähimmäisetäisyyttä (taulukot 1 ja 2) ei aliteta, vai edellyttääkö työn suorittaminen muita turvatoimenpiteitä.

Mikäli työn työturvallisuudesta vastaava henkilö ei ole sähköalan ammattihenkilö, hänen on neuvoteltava sähkölaitteiston käytön johtajan tai hänen edustajansa kanssa, kun työn suorittaminen edellyttää erityisiä sähköturvallisuuksien toimenpiteitä, kuten

- työskentelyalueen rajaaminen kaiteilla, puomeilla, köysillä tms.
- kosketussuojien rakentaminen
- jännitekatkon järjestäminen
- työntekijöiden sähköturvallisuuksien koulutus
- opastus
- sähköturvallisuuksien henkilön asettaminen työmaalle (ks. kohta 6)
- työkoneen maadoittaminen.

Sähkölaitteiston käytön johtaja päättää tarvittaessa sähköturvallisuustoimenpiteistä saatuaan selvityksen suoritettavaksi aiotusta työstä.

Sähköradalla tai sen läheisyydessä sijaitsevan urakoitsijan työmaalle asetetun valvojan on huomautettava urakoitsijalle havaitsemistaan työmaan sähköturvallisuuteen liittyvistä puutteista esim. merkinnällä työmaapäiväkirjaan.

### 3.8 Pienin työskentelyetäisyys syöttö- ja välilytkinasemilla

Syöttö- ja välilytkinasemilla noudatettava työskentelyn vähimmäisetäisyyttä jännitteisistä osista on määritetty standardissa SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, kansalliset velvoittavat liitteet.

### 3.9 Veturit, vaunut ja työkoneet sähköradalla

Rautatiekaluston **normaalit käyttötoimenpiteet** saadaan tehdä edellyttäen, että henkilöt työvälineineen säilyttävät 2,0 m vähimmäisetäisyyden ratajohdon jännitteisiin osiin.

Vetureiden, säiliövaunujen, katettujen vaunujen sekä kiskon selästä yli 1,7 m korkeiden työkonien päälle nouseminen jännitteisen johtimen alla on kielletty.

Avovaunujen ollessa kyseessä ei jännitteisen johtimen alla saa nousta kuorman päälle, jonka korkeus kiskon selästä on yli 1,7 m.

Jos varoituskilvin (liite 17) on osoitettu ajolangan olevan alempana kuin 6,0 m kiskon selästä, sen korkeus on selvitettävä ennen kuorman päälle nousemista ja huolehdittava siitä, että kohdassa 3.4 esitetyt etäisyydet jännitteisistä osista säilytetään.

Vaunut ja muut kiskokulkuneuvot, joissa on katolle tai kiskon selästä yli 1,7 m korkeuteen johtavat portaat, on varustettava varoituskilvellä: "Katolle nouseminen on kiellettyä jännitteisen ajojohtimen alla" tai "Säiliön päälle nouseminen on kiellettyä jännitteisen ajojohtimen alla". Varoituskilpien kiinnitysvelvoite ei koske ulkomaisia vaunuja.

### 3.10 Torni- ja kumipyöränosturin käyttö sähköradan läheisyydessä

Käytössä on noudatettava radanpidon turvallisuusohjeita (TURO) Liikenneviraston julkaisu LO 6/2015 /2/

- Jos työskentelyalue ulottuu 5,0 m lähemmäksi 25 kV jännitteisiä rakenteita tai paluujohdinta, nosturin käytölle on haettava lupa käytön johtajalta. Luvassa voi olla rautatieliikenteestä ja paikallisista olosuhteista johtuvia sekä työalueen rajaamista koskevia ohjeita ja rajoituksia.
- Liikeradat ja työskentelyalueet, taakat mukaan luettuna, eivät saa ulottua 3,0 metriä lähemmäksi 25 kV jännitteistä osaa eivätkä 2,0 metriä lähemmäksi paluujohdinta. Nostotaakkoja ei saa viedä jännitteisen ratajohdon yläpuolelle.
- Tarvittaessa työskentelyalue on rajattava suojapuomeilla, kaiteilla, köysillä, suojaseinämillä tms.
- Nosturi on maadoitettava sähköradan paluuvirtatiehen tai M-johtimella varustettuun sähköratapylväaseen vähintään yhdellä 25 mm<sup>2</sup> Cu-johtimella.

## 4 Työskentely sähköistetyllä radalla

Kaikki työt, jotka vaativat jännitekatkon tai vaikuttavat raiteen liikennöintiin tai estävät sen, ovat Radanpidon turvallisuusohjeiden (TURO) mukaisia ratatöitä. Ratatyöt vaativat liikenteenohjauksen luvan ratatyöhön. Luvan ratatyöhön pyytää ratatyöstä vastaava.

### 4.1 Henkilöstöä koskevat vaatimukset

Radalla työskenneltäessä on noudatettava radanpidon turvallisuusohjeita (TURO) Liikenneviraston julkaisu LO 6/2015 /2/

Sähköistetyllä radalla sähköalan töihin osallistuvien henkilöiden pitää täyttää kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (KTMp 516/1996) pätevyysvaatimukset.

Kaikkien henkilöiden, jotka osallistuvat työhön sähköistetyllä radalla tai sen läheisyydessä on oltava sähköalan ammattihenkilön opastamia, siten että he kykenevät välttämään sähkön aiheuttamat vaarat.

### 4.2 Sähkötöiden valvonta

Sähkötöiden johtaja ja käytönjohtaja vastaavat sähkölaitteistojen rakentamisesta, käytöstä ja huollosta KTMp 516/1996 mukaisesti.

Jokaista työtä varten pitää olla nimetty työsuorituksesta vastaava henkilö tai käytöstä vastaava henkilö, joka vastaa toiminnallisesti työstä työkohteessa, jos sähkötöiden- tai käytönjohtaja ei itse johda työtä.

Jokaiseen työkohteeseen on nimettävä oman alansa sähkötöitä itsenäisesti tekemään kykenevä henkilö työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi.

Jos sähköalan ammattihenkilöt työskentelevät henkilönostimella sähköradalla jännitteisten 25kV:n osien läheisyydessä ja työn sähkötyöturvallisuus perustuu sähköturvallisuuden valvojan suorittaman työskentelyn vähimmäisetäisyyden jatkuvaan valvontaan, ei työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja saa osallistua varsinaiseen työntekoon. Hänen pitää jatkuvasti valvoa työryhmää ja pienimmän sallitun työskentelyn vähimmäisetäisyyden säilymistä.

### 4.3 Muiden töiden valvonta

Sähköradalla suoritettavan työn turvallisuudesta vastaava valvoo myös työskentelyn vähimmäisetäisyyden noudattamista kohdan 3.7 mukaisesti. Käytön johtajalla on oikeus vaatia urakoitsijaa nimeämään sähköturvallisuushenkilö, joka vastaa mm. alla mainituista tehtävistä. Sähköradan läheisyydessä tapahtuvien nostojen valvojaksi päätoteuttajan on aina nimettävä sähköturvallisuushenkilö (TURO).

Työnaikaisen sähköturvallisuustoimien valvojan tehtäviin kuuluu mm:

- Antaa työmaan työnjohdolle sähköturvallisuuden kannalta tarpeelliset ohjeet. Työmaan työnjohtoon on huolehdittava siitä, että ohjeet tulevat kaikkien työntekijöiden tietoon ja vastattava siitä, että kaikki työntekijät niitä noudattavat.
- Valvoa kohdan 3 vähimmäisetäisyyksien noudattamista.
- Keskeyttää työt paikallisesti sovitulla menetelmällä havaitessaan sähköturvallisuutta vaarantavan tilanteen.
- Varmistaa siitä, että alla esitetyt toimenpiteet on suoritettu ennen työskentelyn aloittamista jännitteettömässä laitoksessa:
  - 1) Työkohde on erotettu joka suunnalta käyttöjännitteestä.
  - 2) Jännitteen kytkeminen työkohteeseen työn jatkuessa on estetty
  - 3) Työmaadoittaminen on tehty joko tarkoitukseen sopivilla työ- maadoitusvälineillä tai kiinteästi asennetulla maadoitus-erottimella
- Tehdä sovittaessa työmaadoitukset jännitekatkojen yhteydessä.
- Erikoiskuljetusten (rautatie/maantie) yhteydessä tehdä mahdollisesti tarvittavat työmaadoitukset.

## 4.4 Ryhmityskaavion ylläpito

Ennen sähkölaitteiston toimintaa tai rakennetta muuttavan työn aloittamista on kirjallisesti nimettävä henkilö, joka vastaa ryhmityskaavion päivittämisestä. Hän vastaa tarkastusmerkinnällään, että ryhmityskaavio vastaa työn kaikissa vaiheissa (jännitteen ollessa kytketty) todellista tilannetta.

Ellei käytön johtajan kanssa ole muuta sovittu, päivitetään ryhmityskaavio hyvissä ajoin ennen työn tekemistä. Ryhmityskaavioon merkitään aika jolloin se tulee voimaan.

1. Ryhmityskaavion päivityksestä vastaava henkilö toimittaa kirjallisen päivityspyynnön ryhmityskaavioita piirtävälle yritykselle
2. Ryhmityskaavion päivityksestä vastaava henkilö hyväksyy saamansa päivitetyn kaavioversion ja vahvistaa tehdyn muutoksen osalta kaavion oikeellisuuden. Kaavion otsikkotauluun merkitään hyväksyjän puumerkki

## 4.5 Jännitekatko

Hätätilanteessa voi jokainen henkilö vaatia käyttökeskukselta laitteiston osan erottamista jännitteettömäksi. Erottaminen on suoritettava välittömästi.

Jännitekatko vaaditaan, jos työnaikaisesta sähköturvallisuudesta ei voida muuten varmistua sekä aina, kun pienin työskentelyetäisyys alitetaan.

Jännitekatkosta ilmoittamisen lisäksi vaaditaan Radanpidon turvallisuusohjeiden mukainen ratatyöilmoitus ja liikenteenohjauksen antama lupa ratatyöhön.

Jännitekatkon toteuttaminen edellyttää kirjallista kytkentäohjelmaa, paitsi nopeaa korjausta vaativissa vika- ja vauriotilanteissa.

Kytkinasemilla suoritettavien huoltotöiden vaatimat jännitekatkot tehdään standardin SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus ja sitä täydentävien erityisohjeiden mukaisesti.



Jännitekatkoon liittyviä toimenpiteitä ovat

1. Jännitekatkopyyntö
2. Kytkeäehtodotus
3. Jännitekatkoilmoitus
4. Erottaminen jännitteestä
5. Jännitteen kytkemisen estäminen
6. Jännitteettömyyden toteaminen
7. Päätyö- ja muiden työmaadoitusten tekeminen
8. Työn aloittamislupa
9. Työn päättymisilmoitus
10. Työ- ja päätyömaadoitusten poistaminen
11. Kytkeä

#### 4.5.1 Jännitekatkopyyntö

Jännitekatkopyyntö on Liikenneviraston käytön johtajalle tai hänen valtuuttamalleen taholle ja poikkeustapauksessa käyttökeskukselle osoitettu pyyntö, joka koskee määritellyn kytkentäryhmän tai johdinosuuden (25 kV johtimet tai paluujohtin, kuva s. 8) tekemistä jännitteettömäksi tai jonkin nimetyn kytkinlaitteen (katkaisijan tai erottimen) avaamista. Jännitekatkopyyntö laaditaan liitteen 13 mukaisesti jännitekatkolomakkeelle. Poikkeustapauksessa voidaan myös suullisesti sopia käyttökeskuksen kanssa jännitekatkosta; tällöinkin sähköalan ammattihenkilön on täytettävä jännitekatkolomake.

Jännitekatkopyyntöä ei tarvita, kun tietyssä kohteessa jännitteen poiskytkemisen ja ajojohtimen maadoittamisen suorittaa tehtävään opastettu henkilö tähän tarkoitukseen suunnitelluilla kytkinlaitteilla. Tällaisia kohteita ovat mm. varikot, autonlastausraiteet, kuormausalueet ja tarkastussillat. Kytkemisestä pitää olla erityinen ohje. Näistä kytkennöistä ei myöskään tarvitse ilmoittaa käyttökeskukseen. Kytkennöistä on pidettävä kytkentäpäiväkirjaa.

Jos useita työryhmiä toimii samalla jännitekatkoalueella, voidaan menetellä kahdella tavalla:

1. Kullakin työryhmällä on oma työsuorituksesta vastaava henkilö ja oma jännitekatkolomakkeensa.
2. Työryhmillä on yhteinen työsuorituksesta vastaava henkilö ja yhteinen jännitekatkolomake.

Jännitekatkopyyntöä laadittaessa on otettava huomioon ainakin seuraavat asiat:

- a) Katkoaika  
- otettava huomioon junaliikenne
- b) Työalue (km Helsingistä ja ratapihoilla raiteet)
- c) Työn laatu (työ, koneet)
- d) työsuorituksesta vastaava henkilö tai hänen määräämänsä henkilö joka kuittaa työn paikan päällä (mukana työssä)
- e) Jännitteettömät kytkentäryhmät
- f) Päätyö- ja työmaadoitusten paikat ja tekijät. Yhteydet käyttökeskukseen hoitaa maadoitusten teosta vastaava henkilö
- g) Jännitekatkon kuittauspaikka
- h) Sähköturvallisuushenkilö (kohta 4.3 )
- i) Ryhmityskaavion päivityksestä vastaava henkilö (kohta 4.4)
- j) Pyyntöjen tekijä (neuvottelija valmisteluvaiheessa).
- k) Ennakkosuunnitelman laatiminen

Jännitekatkopyyntö on tehtävä kytkentäehdotuksen laatijalle viimeistään kaksi viikkoa ennen aiottua työviikkoa tai erikseen käytön johtajan kanssa sovitun ajan mukaan. Jännitekatkon takia sähkövetokalustolta suljetut raiteet mainitaan ennakoilmoitusjärjestelmässä (JETI). Jännitekatkon takia sähkövetokalustolta suljettavat raiteet on mainittava JETI-järjestelmän ennakkosuunnitelmassa."

#### 4.5.2 Kytkentäehdotus

Jännitekatkolomakkeelle (liite 13) merkitään kohdassa 4.5.1 olevien asioiden lisäksi:

- l) Kytkentä (toimenpidejärjestyksessä)
- m) Kytkentäehdotuksen laatija
- n) Liikenteenhoidon hyväksyminen

Katkaisijoiden ja erottimien tunnuksina käytetään niitä merkintöjä, jotka ovat ryhmityskaavioissa.

Katkaisijoita, erottimia ja kytkentäryhmiä koskevien ryhmityskaavioiden tulee olla käyttökeskusten lisäksi ainakin sähkölaitteiston käytön johtajilla, liikennepaikoilla, liikenteenohjaajilla, sähkötyöryhmillä ja raivauspäälliköillä.

#### 4.5.3 Jännitekatkoilmoitus

Jännitekatkoilmoitus on liikennesuunnittelun ennakkosuunnitelman yhteydessä hyväksymä kytkentäehdotus.

Käyttökeskus toteuttaa jännitekatkoilmoituksen mukaisen kytkennän. Kytkennän toteuttajan on tarkistettava kytkentäehdotus ja se, että kytkentä voidaan suorittaa vaarantamatta ihmisiä, laitteita tai käyttövarmuutta. Kytkentä ei saa aiheuttaa häiriötä liikenteelle ellei toisin ole sovittu.

Kytkentäehdotuksessa mainitun jännitteettömän alueen muuttaminen on työn aikana sallittu vain erittäin pakottavissa tilanteissa. Tällöin on saatava lupa liikenteenohjaukselta jännitteettömän alueen muuttamiselle. Käyttökeskus tekee uuden jännitekatkoilmoituksen sovittuaan siitä puhelimitse maadoitusten teosta vastaavan henkilön kanssa.

Jännitekatkoilmoitus on toimitettava ainakin

- työn suorituksesta vastaavalle
- maadoitusten teosta vastaavalle henkilölle
- ko. alueen liikenteenohjaajalle.

Muun jakelun jännitekatkosuunnittelijat määrittelevät erikseen kunkin jännitekatkon suunnittelun yhteydessä.

#### 4.5.4 Erottaminen jännitteestä

Jännitteettömän kytkentäryhmän rajana on erotusjakso (liite 2), erotuskenttä (liite 2) tai ryhmityseristin (liite 6).

Sähkölaitteiston osa on erotettava jännitteestä jollakin seuraavista tavoista:

- erottimella, jossa on näkyvä avausväli
- katkaisijalla, jonka vaunu on erotusasennossa (vedetty ulos).

Eroittimen asentoa ei tarvitse todeta paikan päällä sähköiselle liikenteelle avatulla radalla sähköradan huolto- ja kunnossapitotöiden ja radan lähellä olevien muiden töiden yhteydessä, jos siitä saadaan luotettava tieto käyttökeskuksesta.

Kytkenän suorittaa kytkentäilmoituksen mukaisesti käyttökeskus tai kytkennän suorittajaksi määrätty sähköalan ammattihenkilö paikallisohjauksen avulla. Ennen kytkennän suorittamista käyttökeskuksen tai nimetyn kytkennän suorittajan on saatava liikenteenohjauksen lupa jännitekatkolle. Lisäksi ratatyöstä vastaavalla tulee olla liikenteenohjaukselta saatu lupa ratatyöhön.

Käyttökeskus voi liikennetilanteen vaatiessa muuttaa jännitekatkon alkamis- ja päättymisaikaa. Muutoksesta on ilmoitettava etukäteen työnsuorittajalle.

Jojohtimen erottaminen jännitteestä tapahtuu avaamalla kaikki erottimet, joilla kyseinen johto-osuus on liitetty verkkoon.

Jos useampiraiteisen radan erotettavalla ja maadoitettavalla ajojohdinosuudella on imumuuntajia, erotettavan raiteen paluujohtin on ennen ajojohtimen maadoitusta erotettava viereisten raiteiden jännitteistä paluujohtimista maadoitettavalla osuudella olevien imumuuntajien molemmin puolin (vrt. liite 14). Tämä voidaan haluttaessa tehdä jo ennen ajojohtimen erottamista. Myös paluujohtimen työmaadoittaminen saattaa vaatia paluujohtimen poikittaiserottimien avaamisen (vrt. kohta 4.7.6).

Syöttö- ja ohitusjohdot erotetaan jännitteestä vastaavalla tavalla kuin ajojohdin.

Sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV vastajohtimen erottaminen jännitteestä tapahtuu kaksinapaisilla erottimilla samanaikaisesti ajojohtimen jännitteestä erottamisen kanssa. Ratapihoilla olevat poikittaiserottimet ovat yksinapaisia ja ne eivät katkaise jännitettä vastajohtimesta.

Suoritettut kytkennät tai jännitekatkon peruuntuminen kirjataan klo/pvm tietoineen jännitekatkoilmoituslomakkeelle.

#### **4.5.5 Jännitteen kytkemisen estäminen**

Jännitteen kytkeminen työpisteeseen on estettävä ohjausjärjestelmästä riippuen joko lukitsemalla erotin auki asentoon, poistamalla ao. ohjauspainike, asentamalla ohjauksen estotulppa tai käyttämällä kauko-ohjauksen estologiikkaa.

Kauko-ohjattavien erottimien ohjainkoteloiden tulee olla lukittuja. Käsien ohjattavat erottimet on lukittava sovittuun asentoon. Kytkinlaitosten erottimet on varustettava standardin SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus liitteen 4 mukaisella kieltokilvellä, jolla varoitetaan käynnissä olevasta työstä.

Pylväissä olevien erottimien tulee olla varustettu kieltokilvellä: "Erottimien paikallisohjaus sallittu ainoastaan käyttökeskuksen luvalla".

#### **4.5.6 Jännitteettömyyden toteaminen**

Jännitteestä erottamisen jälkeen on todettava ko. sähköratalaitteiston osan jännitteettömyys hyväksytyllä jännitteenkoettimella.

Varikoilla, autonlastausraiteilla, kuormausalueilla ja tarkastussilloilla jännitteettömyyden toteaminen suoritetaan kohteeseen laaditun ohjeen mukaisesti.

#### 4.5.7 Päätyö- ja muiden työmaadoitusten tekeminen

##### 4.5.7.1 Työmaadoittaminen

Jännitteestä erottamisen ja jännitteettömyyden toteamisen jälkeen johdin on työmaadoitettava mahdollisimman pian. Työmaadoittamisella tarkoitetaan hyvin johtavan yhteyden tekemistä maan ja virtapiirin johtimien välille. Työmaadoittaminen on tärkeä turvallisuustoimenpide, sillä muista varotoimenpiteistä huolimatta saattaa työkohteeseen päästä jännite erehdyksen, eristyksen pettämisen, johtimien keskinäisen kosketuksen, risteävien johtojen sekä ilmastollisten tekijöiden vaikutuksesta tai muun syyn seurauksena.

Pääsääntöisesti työmaadoitus tehdään paluukiskon ja jännitteestä erotetun osan välille. Poikkeuksena on paluujohtin, joka työmaadoitetaan metalliseen ratajohtopylvääseen. Muidenkin jännitteisten osien työmaadoitus voidaan tehdä paluukiskon asemesta PKL-, MKL- ja RKL-pylvääseen sekä muuhunkin metalliseen ratajohtopylvääseen, jos tämä on suojamaadoitettu varmistetusti (kahdella sähköiset ja mekaaniset vaatimukset yksinään täyttävällä johtimella) paluukiskoon. Yhdellä johtimella suojamaadoitettua metallista ratajohtopylvästä voidaan käyttää ns. hätämaadoituksen tekemiseen (kohta 5). Huomattakoon, että raidevirtapiireissä käytettävään paluuvirtatiestä eristettyyn kiskoon ei saa tehdä työmaadoitusta.

Tehtäessä työmaadoituksia paluukiskoon kaksikiskoisilla raidevirtapiiriosuuksilla tulee ottaa huomioon, mikä vaikutus työmaadoituksilla on raidevirtapiirien (linjasuojastus, tasoristeysvaroituskäytöt) toimintaan.

Varikoilla, autonlastausraiteilla, kuormausalueilla ja tarkastussilloilla ajojohtimen maadoittamisen voi suorittaa tehtävään opastettu henkilö tähän tarkoitukseen suunnitelluilla kytkinlaitteilla erityisen ohjeen mukaisesti.

##### 4.5.7.2 Maadoitusvälineet

Maadoituksen tekemiseen on aina käytettävä kuhunkin kohteeseen hyväksyttyjä, oikosulkuvirtakestoisia maadoitusvälineitä.

Näitä kohteita ovat

- a) ajojohtin
- b) paluujohtin
- c) ohitusjohtin
- d) syöttöjohtin
- e) vastajohtin
- f) kytkinasemat 25 kV ja 110 kV
- g) 1500V vaununlämmitysasemat

Ajo- ja paluujohtimen maadoitusvälineet on esitetty liitteessä 15.

Ennen maadoitusvälineiden käyttöä on tarkistettava maadoitettavan kohteen jännitteettömyys (kohta 4.6) sekä maadoitusvälineiden kunto.

On huolehdittava, että maadoitusvälineet säilytetään niille varatuilla paikoilla.

Sähköradalla ratajohtimen maadoitusvälineet on varustettava välineen alapäähän merkityillä omistajan yhteistiedoilla (yhtiön nimi)

#### **4.5.7.3 Ajojohtimen päätyö- ja työmaadoituksen sijainti**

Päätyömaadoitukset sijoitetaan siten, ettei jännite voi kytkeytyä miltään suunnalta työskentelyalueelle. Päätyömaadoitukset tehdään joko ajojohtimen erotuskohtaan tai johonkin muuhun sopivaan paikkaan erotuskohdan ja työskentelyalueen välillä.

1500V vaunulämmitysasemat tulee kaluston aiheuttaman takaisinsyötön takia huomioida yhtenä syöttösuuntana.

Ennen työn aloittamista työmaadoitukset tehdään työskentelyalueen molemmiin puolin. Työmaadoitukset on pääsääntöisesti tehtävä niin lähelle työskentelyaluetta, että työntekijät voivat nähdä ne.

Päätyö- ja työmaadoitukset tulee sijoittaa niin, että jokaisen erotusilmavälin, jonka yli virroitin voi kytkeä jännitteen, ja työskentelyalueen välissä on vähintään kaksi maadoitusta (päätyömaadoitus ja työmaadoitus) ja että työnalaista kytkentäryhmää syöttävän erottimen ja työalueen välissä on vähintään yksi työmaadoitus. (Kuva 2)

Saman johtimen päätyö- ja työmaadoituksen sijoittamista samalle pylvälle on vältettävä. Influenssijännitteiden välttämiseksi on joko työmaadoitettava erikseen työskentelyalueen jokainen kytkentäryhmä tai yhdistettävä nämä kytkentäryhmät erottimilla toisiinsa galvaanisesti yhdeksi kokonaisuudeksi.

Työmaadoitusten etäisyys toisistaan saa olla enintään 600 m, jos viereisillä raiteilla on jännite. Em. etäisyysvaatimus ei koske sähköistetyllä raiteella tapahtuvan kuormaus-, tarkastus- tai mittautyön vuoksi erottimilla tehtäviä työmaadoituksia.

Jos jännitekatko on laaja (radan kaikki raiteet käsittävä) tai kyseessä on yksiraiteinen rata, työmaadoitusten etäisyys toisistaan saa olla enintään 3000 m. Jos sähköradan läheisyydessä on indusoiva tai influoiva johto, jonka virta tai jännite on suuri, työmaadoitukset on sijoitettava lähemmäksi toisiaan.

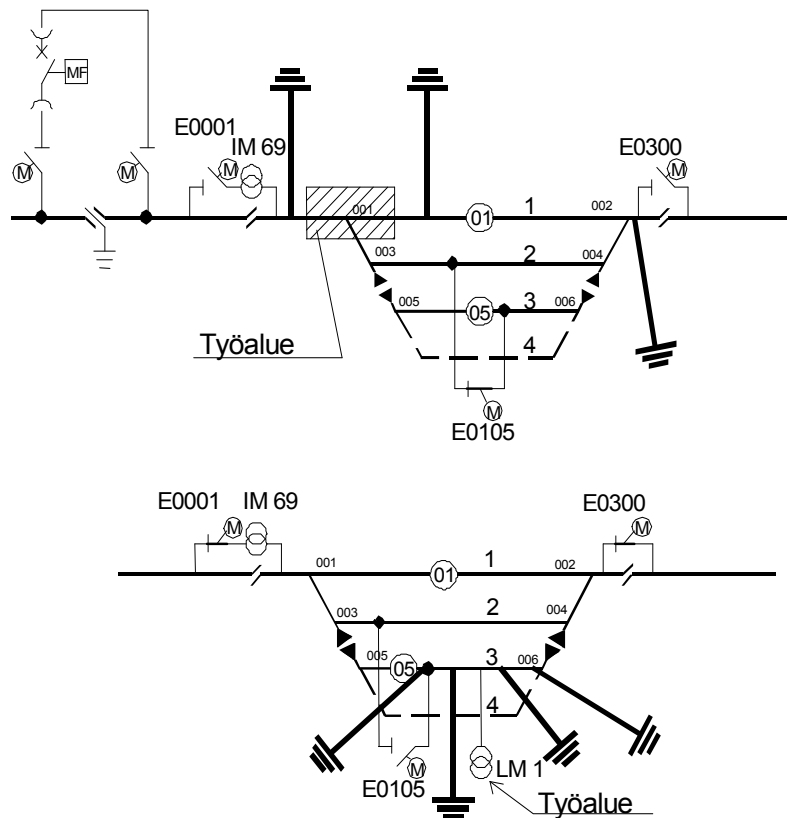
Tunnelissa olevan jännitteettömän alueen päätyömaadoitukset sijoitetaan tunnelin ulkopuolelle, jos se on mahdollista.

Mikäli työmaadoitukset on jätetty paikoilleen edellisen työvuoron loputtua, työsuoritukselta vastaavan henkilön on tarkistettava työmaadoitusten paikallaan olo ennen uuden työvuoron alkua.

Jännitteettömyys on todettava aina sähkölaitteistosta ennen kuin aloitetaan työskentely jännitteettömäksi saatetussa laitteistossa (SFS6002).

Jännitteettömyys pitää todeta sähkölaitteiston kaikista navoista työalueella tai niin lähellä työaluetta kuin on käytännössä mahdollista.

Jos työ keskeytetään ja poistutaan työkohteesta siten, että työkohdetta ei voida valvoa itse tai työtä tekevän työryhmän toimesta, jännitteettömyys on todettava uudelleen ennen kuin työ aloitetaan. Jännitteettömyyden toteamista uudelleen ei kuitenkaan vaadita silloin kun on varmistettu, että työkohde on työmaadoitettu (työmaadoitus on työkohteessa).



Kuva 2. Työmaadoitukset

#### 4.5.7.4 Ajojohtimen työmaadoittaminen M-johdinalueella

On olemassa alueita, joissa pylväitä ei ole turvalaitevirtapiirien takia tai muista syistä yhdistetty välittömästi paluukiskoon vaan yksitellen tai ryhminä M-johtimen avulla.

Tällaisella alueella päätyömaadoitukset tehdään yhdistämällä ajojohdin paluukiskoon työskentelyalueen molemmiin puolin jännitteen syöttöpisteiden ja työskentelyalueen välissä. Päätyömaadoitukset sijoitetaan, mikäli mahdollista, paluujohdinten kiskoon liitännäskohtiin (PKL). Työmaadoitukset tehdään työkohteen lähelle, sähköratapylvääseen, joka on yhdistetty M-johtimeen.

Sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV päätyömaadoituksen paras sijoituspaikka on kiskopotentialin kannalta radanvarsisäästömuuntajan kohdalla, joskin niitä joudutaan käytännön syistä sijoittamaan muuallekin.

Jos ratajohtopylväs on yhdistetty M-johtimeen, pelkästään pylväessä työskenneltäessä riittää työkohteessa yksi työmaadoitus, joka voidaan tehdä yhdistämällä ajojohdin työalaiseen pylvääseen.

#### **4.5.7.5 Ajojohtimen päätyö- ja työmaadoituksen tekeminen**

Päätyö- ja työmaadoituksen tekeminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle. Maadoitusta tehtäessä on täytettävä työturvallisuusmääräykset vaatetuksen osalta.

Maadoitus on tehtävä ehdottomasti alla mainitussa järjestyksessä

- a) Ennen maadoituksen tekemistä sovitaan käyttökeskuksen kanssa maadoitettavan kytkentäryhmän erottamisesta.
- b) Maadoitettava kytkentäryhmä erotetaan jännitteestä.
- c) Erottimet lukitaan aukiasentoon.
- d) Varmistaudutaan paluukiskosta.
- e) Varmistaudutaan jännitteenkoettimella siitä, että työkohde on jännitteetön ja erotettu jännitteestä.
- f) Kiskomaadoitusliitin kiinnitetään paluukiskoon tai M-johtimeen maadoitettuun sr-pylvääseen (kiinnityskohta on ensin puhdistettava ruosteesta, liasta, jäädä tms.) siten, että liitin ja maadoitusjohdin tulevat raiteen ulkopuolelle.
- g) Ajolangan puristusliitin kiinnitetään sauvan suppiloon. Puristusliitin nostetaan sauvalla ajolankaan kuitenkin koskettaen ns. kokeilukärjellä ensin orsirakenteen putkeen. Huolehditaan siitä, että maadoitusjohdin riippuu vapaasti eikä kosketa maadoituksen suorittajaa.
- h) Eristyssauvan päässä oleva puristusliitin ripustetaan ajolankaan ja kierretään kiristysruuvi kiinni varman kiinnityksen aikaansaamiseksi. Tämän jälkeen sauva irrotetaan puristusliittimestä.
- i) Maadoitusjohdin ripustetaan aukean tilan ulottuman ulkopuolelle apukoukun avulla ja sidotaan pylvääseen.

#### **4.5.7.6 Paluujohtimen työmaadoittaminen**

Paluujohtimen työmaadoittaminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle.

Paluujohtimen työmaadoittaminen voidaan tehdä kahdella eri tavalla.

- a) Ennen työmaadoittamista paluujohtimen on tehty virrattomaksi. Tämä tapahtuu joko erottamalla paluujohtinta vastaavan raiteen ajojohtin ja kaikkien viereisten raiteiden ajojohtimet jännitteestä tai erottamalla paluujohtinta vastaavan raiteen ajojohtin jännitteestä (jos kahdella viereisellä raiteella on yhteinen paluujohtin, molempien raiteiden ajojohtimet on erotettava jännitteestä) ja erottamalla paluujohtin viereisten raiteiden jännitteisistä paluujohtimista sen imumuuntajan molemmin puolin, joka on samojen paluujohtimen kiskoonliitäntäpisteiden välissä kuin suunniteltu paluujohtimen maadoituskohta (liite 14).

Paluujohtimen työmaadoitusvälinettä käyttäen paluujohtimen molemmat osajohtimet työmaadoitetaan kiinnittämällä maaliitin suojamaadoitettuun metalliseen ratajohtopylvääseen ja sen jälkeen vaiheliittimet paluujohtimiin.

- b) Jos paluujohtinta ei ole tehty virrattomaksi kohdassa a) esitetyllä tavalla, sen työmaadoittaminen on tehtävä jännitetyönä käyttäen hyväksyttyjä työvälineitä ja -menetelmiä.

Yleensä paluujohtimella työskentely edellyttää riittävän etäisyyden saavuttamiseksi jännitteisistä rakenteista (vrt. kohta 3.4) myös ao. raiteen ajojohtimen työmaadoittamisen. Ajojohtimen työmaadoitus puretaan vasta sitten, kun työ on lopetettu ja paluujohtimen työmaadoitus purettu.

#### **4.5.7.7 Vastajohtimen työmaadoittaminen**

Jännitteestä erotettu vastajohdin on työmaadoitettava, jos kohdan 3.4 taulukoiden 1 ja 2 mukaiset pienimmät työskentelyetäisyydet eivät ole täyttyneet.

Vastajohtimelle ei tarvitse tehdä erikseen päätyömaadoituksia, vaan yhdet työskentelyalueen molemmiin puoliin tehdyt työmaadoitukset riittävät. Ajojohtimen työmaadoitusten etäisyyssäännöt koskevat työmaadoitusten välistä suurinta etäisyyttä (kohta 4.7.3).

Vastajohtimen työmaadoitus on tehtävä käyttäen tähän kohteeseen hyväksytyjä työmaadoitusvälineitä.

Vastajohdin on avoradalla normaalisti lähellä pylvään latvaa. Yli 8,5 m korkeudella olevan vastajohtimen työmaadoittaminen onnistuu maasta, mutta on vaikeampaa kuin ajojohtimen työmaadoittaminen.

Jos vastajohdin on sijoitettu avoradalla pystyssä olevan tukieristimen päähän pylvään latvaan tai ratapihalla portaaliarren päälle, sen työmaadoittaminen on tehtävä johtimen suuren korkeuden vuoksi työkoneen lavalta.

#### **4.5.7.8 Rakenteilla olevan ratajohdon työmaadoittaminen**

Jotta rakenteilla oleva ja energialähteeseen vielä liittämätön ratajohdon osa olisi vaaraton, se on työmaadoitettava esim. SSR. 8.361 mukaisesti

#### **4.5.8 Työn aloittamislupa**

Tehtyään työmaadoitukset työmaadoitusten tekijä selvittää ennalta sovitussa paikassa työsuorituksesta vastaavalle henkilölle työskentelyalueen rajat, näyttää maastossa työmaadoitusten sijainnin ja antaa työn aloittamisluvan, jonka molemmat kuittaavat jännitekatkoilmoituslomakkeeseen. Aloittamislupa varustetaan päiväyksellä ja kellonajalla. Työn aloittaminen ja työmaadoitusten purkaminen eivät saa tapahtua etukäteen sovitun kellonajan perusteella. Mikäli työstä vastaava henkilö vaihtuu työn aikana, siitä on ilmoitettava välittömästi käyttökeskukseen.

#### **4.5.9 Työn päättymisilmoitus**

Työsuorituksesta vastaava henkilö ilmoittaa ennalta sovitussa paikassa kirjallisesti töiden päättymisestä sekä henkilöiden poistumisesta ja työkalujen poistamisesta työskentelyalueelta työmaadoitukset poistavalle sähköalan ammattihenkilölle. Molemmat kuittaavat ilmoituksen jännitekatkoilmoitus- lomakkeeseen.

#### **4.5.10 Ajojohtimen työ- ja päätyömaadoitusten poistaminen**

Sähköalan ammattihenkilö poistaa työ- ja päätyömaadoitukset saatuaan työsuorituksesta vastaavalta henkilöltä töiden päättymisilmoituksen kirjallisena. Varsinainen maadoitusten poistaminen on tehtävä alla mainitussa järjestyksessä:



- a) Maadoitusjohtimen kulkua ohjaava apukoukku irrotetaan sauvalla orresta tai pylväästä.
- b) Sauva kiinnitetään ajolangassa olevaan puristusliittimeen, joka irrotetaan ajolangasta.
- c) Maadoitusliitin irrotetaan paluukiskosta.
- d) Käyttökeskukselle ilmoitetaan maadoitusten poistamisesta ja selvitetään ratajohdon kytkentäkelpoisuus.

#### **4.5.11 Paluujohtimen työmaadoitusten poistaminen**

Sähköalan ammattihenkilö poistaa työmaadoitukset saatuaan työsuorituksesta vastaavalta henkilöltä töiden päättymisilmoituksen kirjallisena.

Työmaadoituksen poistaminen tapahtuu alla mainitussa järjestyksessä:

- a) vaiheliittimet irrotetaan sauvalla paluujohtimista
- b) maaliitin irrotetaan pylväästä.

Mikäli ajojohdin on työmaadoitettu, paluujohtimen työmaadoitus on työn jälkeen purettava ennen ajojohtimen työmaadoituksen purkamista.

#### **4.5.12 Vastajohtimen työmaadoitusten poistaminen**

Vastajohtimen työmaadoitukset poistetaan samalla tavalla kuin ajojohtimen työmaadoitukset (kohta 4.10). Vastajohtimen työmaadoitukset tulee poistaa ennen ajojohtimen työmaadoituksia.

#### **4.5.13 Jännitteen kytkemisestä ilmoittaminen**

Käyttökeskus ilmoittaa liikenteenohjaukselle, että jännitteet on kytketty. Ratatyöstä vastaavan tulee päättää ratatyö sekä ilmoittaa mahdollisista liikenteen rajoitteista TUROn mukaisesti.

## **4.6 Rata- ja rakennusteknisiin töihin liittyvät erikoisohjeet**

#### **4.6.1 Paluuvirtatiehen vaikuttavat työt**

Kaikissa sähköistetyn radan kiskojen korjaustöissä on muistettava, että kisko on osa sähkölaitteistoa

Korjattaessa sähköradalla kiskon katkeamaa tai suoritettaessa sellaisia raiteen kunnossapitotöitä, jotka edellyttävät paluukiskon katkaisemista (sidekiskon vaihto, kiskon vaihto jne.) tulee huomioda että paluukiskon katkeaman yli vaikuttaa potentiaali-ero eli ns. katkeamajännite, joka saattaa olla hengenvaarallinen.

Jos imumuuntajajärjestelmän paluujohtimet on poistettu silta- tai muun rakennustyömaan takia, on erityisesti huolehdittava siitä, että paluuvirralla on joka hetki esteetön kulkutie, koska kaikki paluuvirta kulkee paluukiskossa.

#### **4.6.1.1 Kiskonkatkeaman korjaaminen ja vastaavat työt**

##### **a. Yleistä**

Seuraavat ohjeet on tarkoitettu sellaisia pienehköjä korjaustöitä varten, joissa sähkö-turvallisuushenkilön mukanaoloa ei vaadita. Tällaisia töitä ovat mm. kiskon katkeaman esikorjaus sidekiskolla ja pikaliittimellä, katkeaman korjaus sovituskiskoilla ja hitsaamalla, sidekiskon vaihto sekä yhden kiskon vaihto. Sähkölaitteiston käytönjohtaja antaa laajoista radan korjaustöistä tapauskohtaiset turvallisuusmääräykset.

##### **b. Liikenteenohjauksen ja käyttökeskuksen toimenpiteet**

Katkeaman esikorjauksen ja korjauksen ajaksi pysäytetään junaliikenne sillä raiteella, missä katkeama sijaitsee. Katkeaman sijainti ja korjausajankohta ilmoitetaan ao. käyttökeskukselle. Liikenteenohjaukselta tulee saada lupa ratatyöhön. Jos korjauksen aikana sattuu ratajohdon oikosulku katkeaman sisältävällä syöttöalueella, käyttökeskus ei saa yrittää kytkeä jännitettä päälle ennen kuin katkeama on ohitettu kohdassa d esitetyllä tavalla.

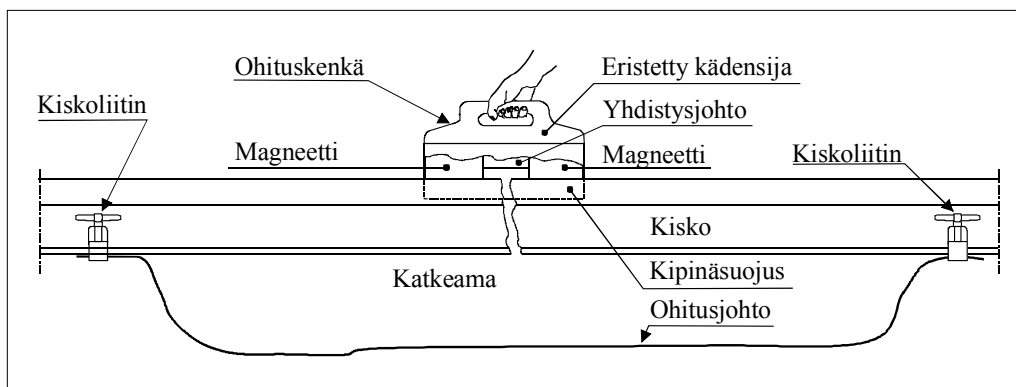
##### **c. Katkeamajännite**

Kiskon katkettua katkeaman yli vaikuttaa vaarallinen jännite, ns. katkeamajännite. Katkeamajännitteen poistamiseksi ja työturvallisuuden varmistamiseksi katkeama on ennen korjaustöihin ryhtymistä ohitettava siten, että radan paluuvirta pääsee kulkemaan katkeaman ohi.

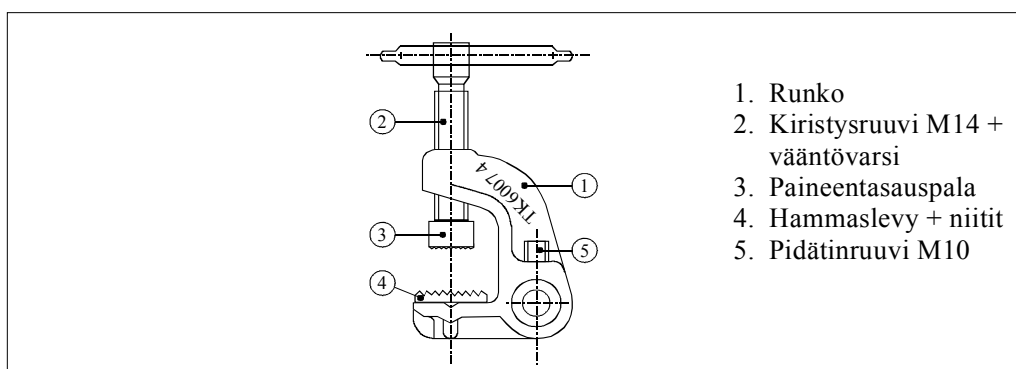
##### **d. Katkeaman ohittaminen ja korjaaminen**

Katkeaman ohitukseen käytetään erityisesti tätä varten valmistettuja ohituskenkiä ja ohitusjohtoja (muovipäällysteisiä maadoitusköysiä, vähintään 25 mm<sup>2</sup> kuparia). Katkeaman ohituksen saa tehdä vain tehtävään opastettu, erikseen nimetty henkilö. Ohituksen tekijällä tulee olla kumi- tai muovipohjaiset jalkineet. Ohitus tapahtuu seuraavassa järjestyksessä (ks. kuva 3):

1. Hyvän kosketuksen varmistamiseksi kisko puhdistetaan jäädä tms. katkeaman kummaltakin puolelta. Puhdistukseen käytetyssä työkalussa tulee olla eristys-aineinen varsi. Puhdistuksen aikana ei saa koskettaa käsin samanaikaisesti katkenneen kiskon molempia päitä tai seisoa kiskolla siten, että jalat ovat katkeaman eri puolilla. Kun kisko on puhdistettu, ohituskenkä lasketaan kiskolle kuvan 3 osoittamalla tavalla.
2. Ohitusjohdot (2 kpl, molemmat 8 kA oikosulkukestoisia) kiinnitetään kiskon jalkaan katkeaman kummaltakin puolelta kiskoliittimellä (kuva 4) siten, että se ei häiritse korjausta.
3. Ohituskenkä poistetaan.



Kuva 3. Katkeaman ohittaminen.



Kuva 4. Kiskoliitin.

Kun ohitus on tehty, katkeama voidaan esikorjata ja/tai korjata turvallisesti normaalia käytäntöä noudattaen. Ohitusjohto jätetään paikalleen kunnes korjaustyö on loppuun suoritettu.

#### e. Muut työturvallisuuden kannalta kiskon katkeaman korjaukseen rinnastettavat työt

Sähköistetyillä radoilla usein tapahtuvia korjaustöitä, joissa joudutaan ottamaan huomioon samat työturvallisuuskohdat kuin korjattaessa kiskon katkeamia, ovat seuraavat:

- sidekiskon vaihto
- yhden kiskon vaihto
- pylväsmadoituksiin yhdistetyn kiskon vaihto.

##### Sidekiskon vaihto

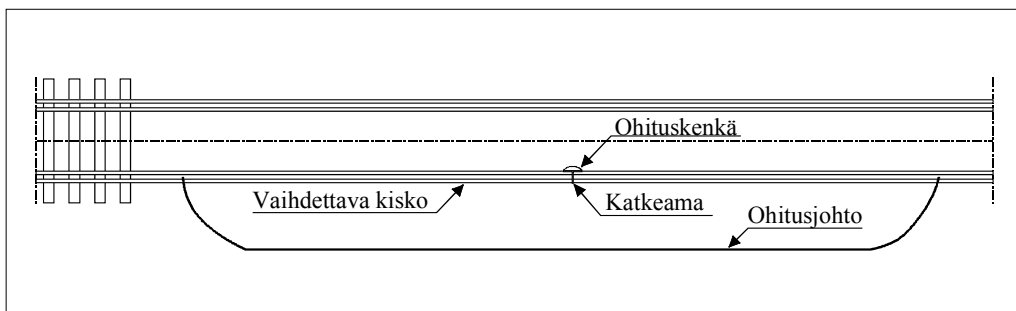
Ennen sidekiskon vaihtoa on tarkastettava, että jatkoksen yhdysjohdin on ehjä. Jos yhdysjohdin on katkennut, muuten vahingoittunut tai se puuttuu, jatkoksen sähköinen yhteys varmistetaan kohdassa d. esitetyllä tavalla.

**Yhden kiskon vaihto**

Vaihdettaessa katkeaman tai jonkin muun syyn vuoksi kiskoa, johon ei ole yhdistetty pylväsmaadoituksia, menetellään seuraavasti (ks. kuva 5):

1. Jos kisko on katkennut, katkeama ohitetaan ohituskengällä.
2. Vaihdeettava kisko ohitetaan ohitusjohdolla.

Kun ohitusjohto on kiinnitetty, kiskoa voidaan vaihtaa turvallisesti.



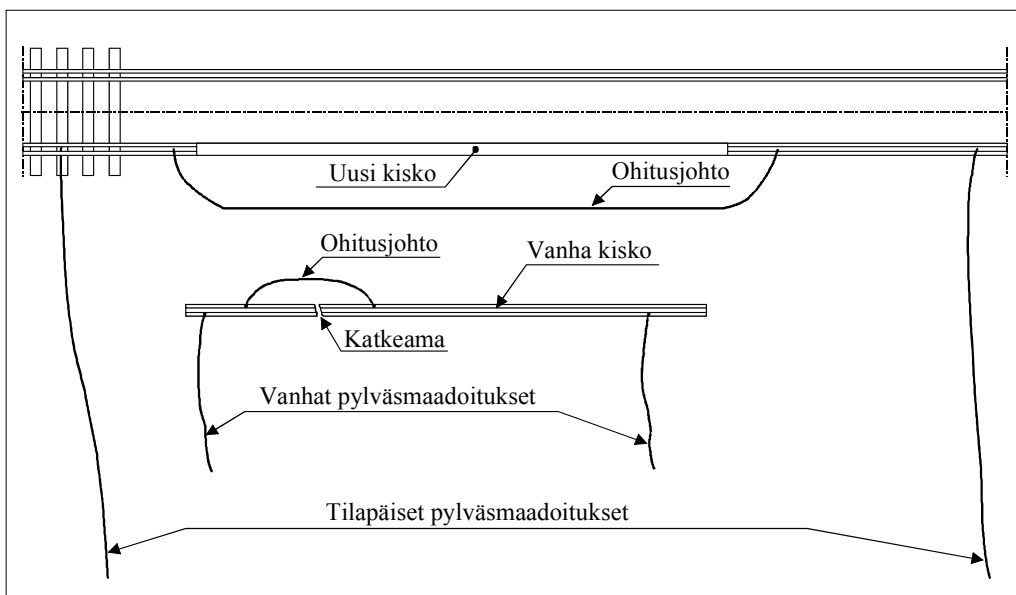
Kuva 5. (Yhden) kiskon vaihto.

**Pylväsmaadoituksiin yhdistetyn kiskon vaihto**

Pylväsmaadoituksiin yhdistetyn kiskon vaihto on tehtävä vahingoittamatta maadoituksia.

Maadoitusten muutostöitä ja maadoitusjohtimien kytkentätöitä saa tehdä vain sähköalan ammattihenkilö.

Kiskon vaihto tapahtuu seuraavasti (ks. kuva 6):



Kuva 6. Pylväsmaadoituksiin yhdistetyn kiskon vaihto.

1. Jos vanha kisko on katkennut, katkeama ohitetaan kohdan d. mukaisesti.
2. Vanha kisko ohitetaan ohitusjohdolla kuvan 6 esittämällä tavalla.

3. Tilapäiset maadoitusjohtimet (25 mm<sup>2</sup> kupariköyttä) kiinnitetään kiskon jalkaan (kuva 6), minkä jälkeen ne kiinnitetään kiskoliittimillä siihen ratajohtopylvääseen, jonka maadoitukset on yhdistetty vanhaan kiskoon.
4. Vanha kisko irrotetaan ja nostetaan raiteen viereen.
5. Uusi kisko asetetaan paikalleen ja siihen porataan kiskoporakoneella reiät maadoitusjohtimia varten, jos käytetään reikäliitosta.
6. Tilapäiset maadoitusjohtimet ja vanha kisko maadoitusjohtimiseen jätetään paikalleen, kunnes pylväismaadoitukset on kiinnitetty uuteen kiskoon. Ne saa kiinnittää vain sähköalan ammattihenkilö

#### **4.6.1.2 Kiskonvaihto ja hitsaus**

Edellisessä kohdassa käsiteltyjä töitä laajemmissa töissä (esim. useiden kiskojen vaihto, vaihteiden vaihto ja jatkuvaksi hitsaus) on töiden edellyttämät sähköturvallisuus-toimenpiteet ja paluuvirtatien toiminta aina suunniteltava etukäteen.

#### **4.6.1.3 Rikkoontuneiden suojamaadoitusten ja käyttömaadoitusten korjaaminen**

Suojamaadoituksen tilapäisen korjauksen (esim. ratatöiden aikana rikkoutuneen tai ratatöiden vuoksi irrotetun suojamaadoituksen korjauksen) saa tehdä tehtävään opastettu henkilö. Suojamaadoituksen lopullisen korjauksen tekee sähköalan ammattihenkilö tai se tehdään hänen valvonnassaan.

Irronnut tai rikkoutunut suojamaadoitus voidaan tilapäisesti korjata tarkoitusta varten tehdyllä vähintään 25 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella. Irronneen suojamaadoituksen lopullisen kiinnityksen jälkeen voidaan tilapäiset johtimet poistaa. Maadoitus tulee tapahtua aina samaan kiskoon, mistä se on irronnut.

Käyttömaadoituksia saavat tehdä ja korjata vain sähköalan ammattihenkilöt.

#### **4.6.2 Ratatyöt, jotka edellyttävät raiteen siirtoa**

Ratajohdon ja raiteen asemaa on käsitelty edellä RATO 5:ssä "Sähköistetty rata" sekä RATO 13:ssa "Radan tarkastus". Profiilista tai mittapiirustuksesta poikkeavasta raiteen siirroista on aina tehtävä suunnitelma. Myös sähköistyssuunnitelmat on tarkistettava. Niiden tarkistukseen tarvitaan seuraavia lähtötietoja:

- ajolangan asema raiteeseen nähden ennen raiteen siirtoa
- raiteen siirron suuruus
- kallistuksen muutos.

Raiteen ja ajolangan keskinäinen asema on mitattava työn valmistuttua.

Raidetta liikuteltaessa tulee aina varmistua siitä, että pylväismaadoitukset eivät rikkoudu. Mikäli pylväismaadoituksia joudutaan työmenetelmästä johtuen irrottamaan, ne on ennen irrotusta korvattava tilapäisellä maadoitusjohtimella, ks. kohta 4.6.1.1.

#### **4.6.3 Työkoneiden käyttö**

Kohdassa 3 on esitetty vaaditut etäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista erilaisille koneille ja henkilöille. Mikäli taulukossa työkoneille annettuja etäisyyksiä joudutaan työmenetelmistä tms. johtuen tilapäisesti alittamaan, on asiasta etukäteen neuvoteltava ja alitukseen saatava käytönjohtajan lupa.

#### **4.6.3.1 Kiinteät työkoneet**

Jos kiinteä tai pienellä alueella liikkuva työkone, esimerkiksi kiinteä tai liikkuva nosturi, sen osa tai kuorma, voi työkoneen rikkoutumisen, kaatumisen tms. syyn vuoksi ulottua kohdan 3 taulukon 2 vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi jännitteisiä rakenteita, pitää kone maadoittaa sähköistetyin raiteen paluuvirtakiskoon. Maadoituksen suorittaa sähköalan ammattihenkilö tai tehtävään opastettu henkilö. Mikäli Sähkörataohjeiden edellyttämiä etäisyysvaatimuksia ei voida rakennusnostureiden tai paalutuskoneiden kohdalla täyttää, voidaan käyttää esimerkiksi nosturin ja ratajohdon väliin rakennettuja suojaseiniä. Suojaseiniä tai muuta suojausta käytettäessä tulee niistä aina sopia etukäteen käytönjohtajan kanssa ja käytönjohtaja tai hänen valtuuttamansa henkilö tarkastaa suojarakenteet.

#### **4.6.3.2 Kiskoilla kulkevat työkoneet**

Kaikki sähköistetyillä alueella liikkuvat nosturilla varustetut työkoneet on varustettava nostokorkeuden rajoittimella.

1. Nostokorkeudenrajoitinta on aina käytettävä sähköistetyillä rataosilla.

Jos työskennellään sähköistetyillä rataosalla sijaitsevalla sähköistämättömällä raiteella (esim. sähköistämätön sivuraide) tai sellaisella sähköistetyillä raiteella, jonka ajojohdin on kytketty jännitteettömäksi ja joka on työmaadoitettu kohdan 4.5.7 mukaisesti voidaan työskennellä ilman käytössä olevaa nostokorkeuden rajoitinta, jos kohdan 3.2 mukaiset vähimmäisetäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista täyttyvät kaikissa työvaiheissa.

2. Nosturilla varustettua työkoneita tai ratakuorma-autoa, jossa ei ole nostokorkeuden rajoitinta, ei saa käyttää ilman jännitekatkoa.
3. Nostokorkeudenrajoittimet on asennettava niin, että kohdan 3.2 vähimmäisetäisyydet jännitteisistä osista täyttyvät kaikissa työvaiheissa kaikkien nosturin liikkuvien osien osalta, taakka mukaan lukien.

Jokaisessa työkohteessa tulee aina varmistua ajolangan todellisesta korkeudesta

- esim. matalien siltojen kohdalla ajolangan ripustuskorkeus on alle 6 m (merkitty sähköratapylvääseen kiinnitetyllä varoituskilvellä )
- merkittävän jääkuorman vaikutuksesta ajolanka voi olla alimmillaan 5,60 m korkeudessa

#### **4.6.3.3 Muut kuin kiskoilla kulkevat työkoneet**

Tällaisia koneita ovat esim. kaivinkoneet, pyöräkuormaajat, autonosturit jne. Kohdassa 3 esitetty etäisyysmitat ovat vähimmäismittoja. Jos työmenetelmistä johtuen on olemassa vaara, että etäisyysmitat voivat alittua, tulee koneissa käyttää rajoittimia tai työ tulee suorittaa jännitekatkokennettelyllä.

Työkoneet on aina töiden päätyttyä siirrettävä niin kauaksi sähköradasta, etteivät lapset tai muut asiattomat henkilöt, esim. kiipeämällä koneen päälle, joudu vaarallisen lähelle ratajohdon jännitteisiä osia. Mikäli työkoneet aiheuttavat vahinkoa sähköratarakenteille tai maadoituksille, niistä on välittömästi ilmoitettava sähköradan käyttökeskukseen.

## 4.7 Kuormaus- ja purkutyöt

Kuormaus- ja purkutöissä voidaan käyttää kohdan 4.6.3.2 mukaisesti varustettua ratakuorma-autoa tai muuta raiteella kulkevaa nosturia tai kohdan 4.6.3.3 edellytykset täyttävää muuta työkonetta. Erityisesti tulee ottaa huomioon, että myös kuormattavat ja purettavat esineet täyttävät vaaditut etäisyysmitat jännitteisistä osista. Jotta / kohdan 3 mukaiset etäisyydet jännitteisiin osiin täyttyvät, siirrettävät esineet eivät saa olla yli 2,5 m korkeita ja kiipeäminen sellaisen kuorman päälle, joka on yli 1,7 m korkea kiskon selästä mitattuna, on kielletty.

Jos sähköistetyin radan varrella on radan esim. rakentamisen tai purkamisen takia kiskoja tai muuta johtavaa materiaalia tulee ne maadoittaa Liikenneviraston ohjeen LIVI 13/2010 (Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus suunnittelu) mukaisesti.

## 4.8 Ylikulkusillan rakentaminen

### Yleistä

Ratajohdon rakenteet vaikuttavat monella tavoin sähköistetyin radan yli rakennettavan sillan tekniisiin ratkaisuihin ja toteuttamistapaan. On tärkeää, että jo suunnittelu- vaiheessa myös sähköistuksen vaikutukset otetaan huomioon.

On varmistettava, että tarpeelliset suojaetäisyydet sekä telineistä että valmiista silta- rakenteesta säilyvät, siltaan tulevat mahdolliset ratajohdon kiinnitykset on määritetty, kosketussuojat on otettu huomioon ja sillan maadoitus suunnitelma on kunnossa. Urakka- asiakirjoja laadittaessa on keskeisenä periaatteena se, että niistä tulee käydä selvästi ilmi kaikki kustannuksiin vaikuttavat seikat. Sähköistyksellä on välittömien kustannus- vaikutusten (mm. kosketussuojat, jännitekatkot) lisäksi välillisiä vaikutuksia urakan hintaan ja aikatauluun (mm. jännitekatkojen aiheuttamat aikataululliset rajoitukset). Urakka-asiakirjoista tulee käydä selville myös ne ohjeet ja määräykset, mitkä liittyvät työskentelyyn sähköistetyllä raiteella.

Mikäli sillan rakentaminen aiheuttaa tilapäisiä tai pysyviä muutoksia ratajohto- rakenteisiin, niistä tehdään tarvittavat suunnitelmat.

### Työnaikaiset suojarakenteet

Putoavia esineitä ja ajojohtimen tahatonta koskettamista vastaan rakennetaan periaate- kuvan 8 mukaiset työnaikaiset suojarakenteet seuraavien yleisohjeiden mukaisesti:

0. Seuraavat yleisohjeet pätevät ylikulkusillan, joka rakennetaan paikanpäällä. Suojaus pystyseinämillä tai vaakalipalla ovat vaihtoehtoja keskenään. Kuvan etäisyydet virroittimesta lasketaan käyttäen virroittimen leveyttä 1950 mm.
1. Ajojohtimen yläpuolelle ja sen sivuille on tehtävä suojaus vähintään 22 mm pontatusta laudasta tai muusta vastaavasta tiiviistä materiaalista.
2. Suojarakenteiden puuosat on päällystettävä maadoitetuilla metallilevyillä tai metalliverkolla tai suojamaadoitusjohtimilla kuvan 7 mukaan.

3. Suojarakenteen alapintaan "tunnelin" molempiin päihin asennetaan vähintään 25 mm<sup>2</sup> kuparijohtimet tai vastaavat teräkset (50 mm<sup>2</sup>), jotka yhdistetään paluukiskoon. Metallilevyt yhdistetään myös toisiinsa ajojohtimen yläpuolelle radan suunnassa asennettavalla ja sillan kumpaankin reunamaadoitukseen liitettävällä 25 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella tai vastaavalla teräksellä.
4. Työskenneltäessä sähköistetyin radan yläpuolella pitää työalue rajata suoja-seinällä tai suojalipalla.

Suojaseinän ja suojalipan vähimmäismitat on esitetty RATO 5 kohdassa 5.9.5.3.8

Riippuen paikallisista olosuhteista ja työmenetelmistä suojaseinän tai suojalipan pituus voi olla suurempikin.

5. Työskentelyalue rajataan suoja-aidalla. Suoja-aidan päät on varustettava estein, jotta kulku suoja-aidan ulkopuolelle on estetty.
6. Kohdan 4 mukaisen suojaseinän yläreunaan asennetaan vähintään 25 mm<sup>2</sup> kuparijohtin tai vastaava teräs, joka maadoitetaan yhdistämällä paluukiskoon. Sillan rakentajan työsuorituksesta vastaavan henkilön tehtävänä on valvoa, ettei johdinta siirretä paikoiltaan tai vahingoiteta.
7. Jännitteestä varoittavat kilvet asennetaan suojaseinään ja suoja-aitaan noin neljän metrin välein.

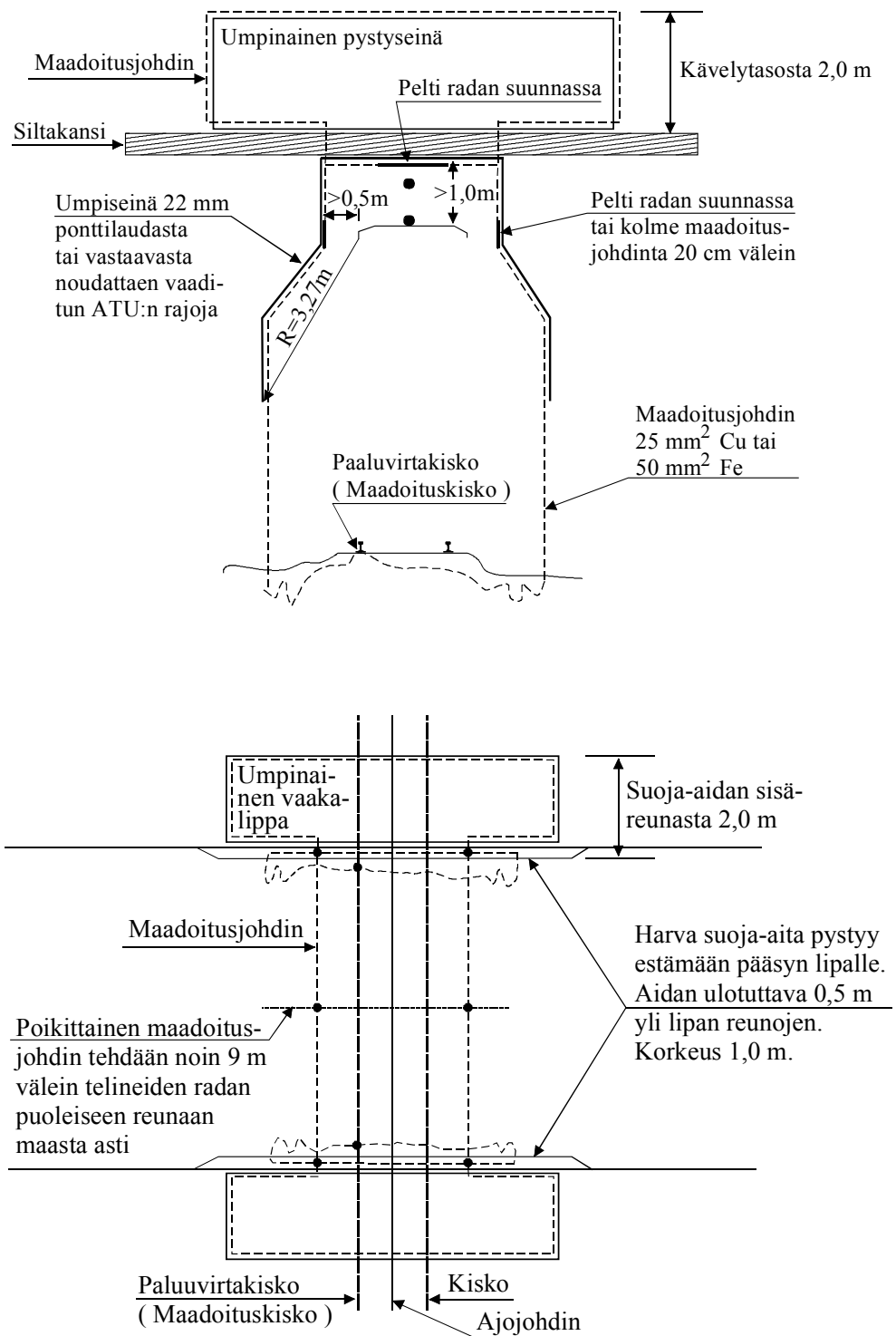
Sillan rakentajan työsuorituksesta vastaavan henkilön tehtävänä on valvoa, että suojarakenteet pysyvät rakennusajan kunnossa.

Mikäli sillan kohdalla tehdään siltatyön ajaksi ratajohtoon jännitteetön osuus, voidaan em. suojaus vähentää vain ratajohdon mekaanista vaurioitumista estäväksi.

Siltatyömaan kohdalla on erityisesti huolehdittava siitä, että paluuvirralla on joka hetki esteetön kulkutie. Jos kiskoja joudutaan katkaisemaan, työ tulee tehdä kohdan 4.6.1 ohjeiden mukaan.

Suosittelavampana vaihtoehtona on rakentaa ”Rakennusaikainen erotusjakso”, josta on olemassa erillinen Liikenneviraston ohje. Tällöin voidaan vähentää työnaikaisia suojarakenteita vain ratajohdon mekaanista vaurioitumista estäväksi.





Esimerkkejä ylikulkusillan rakennusaikaisesta suojauksesta.  
Ylhäällä: Poikkileikkauskuvanto pystyseinäratkaisusta.  
Alhaalla: Tasokuvanto suojalipparatkaisusta.

## 5 Hätämaadoitus

Onnettomuus-, vaurio- ja muissa hätätilanteissa ajojohtimeen on tehtävä ns. **hätämaadoitus**, ellei pelastumistoimenpiteitä voida muuten turvallisesti suorittaa. Hätämaadoitus tehdään siten, että maadoitukset tehdään onnettomuus- tai vauriopaikan molemmin puolin. Hätämaadoitus tehdään joko paluukiskoon tai metalliseen ratajohtopylvääseen. Ellei paikalla ole sähköalan ammattihenkilöä, hätämaadoituksen tekeminen on **tehtävään koulutetun veturimiehistön työkoneenkuljettajan sekä palokunnan tai pelastusyksikköön kuuluvan henkilön** velvollisuus. Ennen hätämaadoituksen tekemistä on otettava yhteys käyttökeskukseen, joka erottaa jännitteestä kaikkien raiteiden ajojohtimet onnettomuus- tai vauriopaikan molemmin puolin erotusjaksosta erotusjaksoon.

Kun hätämaadoitus on tehty ja käyttökeskus on luotettavasti paikallistanut onnettomuus- tai vauriopaikan, se ryhtyy liikenteellisten syiden niin vaatiessa rajoittamaan jännitteestä erotettua aluetta. Rajoittamiseen voidaan ryhtyä, kun siitä on sovittu pelastus- tai raivaustoimintaa johtavan henkilön kanssa. Rajoittaminen tehdään siten, että hätämaadoituksella suojatun kytkentäryhmän ja jännitteisen ajojohdinosuuden väliin jää vähintään yksi jännitteestä erotettu kytkentäryhmä.

Hätämaadoituksen teon jälkeen sähköalan ammattihenkilön tulee paikalle saavuttuaan tarkistaa maadoitukset ja tehdä tarvittavat lisämaadoitukset (vrt. kohta 4.7.3). Ko. sähköalan ammattihenkilö täyttää jännitekatkolomakkeen ja antaa sen pelastus- tai raivaustoimintaa johtavalle henkilölle.

Maadoitusten purkaminen kuuluu yleensä sähköalan ammattihenkilölle. Jos vaurion laadusta voidaan päätellä, etteivät sähköratarakenteet ole rikkoutuneet, voivat hätämaadoituksen tekijät myös purkaa tekemänsä maadoitukset käyttökeskuksen luvalla. Maadoituksen purkamisesta on ilmoitettava käyttökeskukseen.

Onnettomuustilanteen jälkeiseen maadoitusten purkamiseen on saatava aina pelastusviranomaisen lupa. Pelastusviranomaisen poistettua paikalta luvan antaa Liikenneviraston pelastusyksikön päällikkö.

Hätämaadoituskertauskoulutus järjestetään viiden vuoden välein. Koulutuksen sisältö sovitaan Liikenneviraston ja kouluttajan kesken.

2x25 kV:n syöttöjärjestelmän vastajohtinta ei hätämaadoiteta. 2x25 kV:n syöttöjärjestelmässä vaurioituneenkin vastajohtimen saa maadoittaa vain sähköalan ammattihenkilö.

## 6 Syöttöasemat, välilytkinasemat ja muut muuntamot

### 6.1 Sähkötila

Syöttöasemat, välilytkinasemat ja vastaavat (mm. 1500 V muuntamot) ovat sähkötiloja, joissa on vain sähkön syöttöön tarvittavia laitteita ja niiden käyttöön ja huoltoon tarvittavia kojeita ja varaosia.

Sähkötilaan pääsee normaalisti vain tilan sähkölaitteista aiheutuvan vaaran tunteva käyttöhenkilökunta.

### 6.2 Sähkötilassa työskentely

Sähkötilassa työskenneltäessä on noudatettava standardia SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus ja Sähkötamääräyksiä sekä niitä täydentäviä erityisohjeita.

Sivullisten asiaton pääsy sähkötilaan on estettävä pitämällä sinne johtava ovi tai portti lukittuna.

Sellaisille henkilöille, joita ei ole riittävästi opastettu työskentelemään paljaiden jännitteisenä olevien osien läheisyydessä, on työskentelyn ajaksi järjestettävä työkohteeseen hyvän paikallistuntemuksen omaava sähköalan ammattihenkilö jatkuvasti valvomaan vähimmäisetaisyyden noudattamista tai sellainen suojus, ettei työntekijä suojusta tahallisesti siirtämättä tai poistamatta voi joutua lähemmäksi jännitteisiä osia kuin on sallittu.

Sähkötiloihin, joissa on energianmittauslaitteita, pääsee verkkoyhtiön tai sähkön myyjän valtuuttama henkilökunta mittarinlukemista tms. toimia varten. Verkkoyhtiö tai sähkön myyjä on tällöin vastuussa siitä, että kyseinen henkilökunta tuntee sähkötilaan liittyvät turvallisuusmääräykset ja noudattaa asianmukaista varovaisuutta.

Kytkinaseman kytkinlaitteiden kauko-ohjaus on kytkinasemalla suoritettavan huollon ajaksi tarvittaessa estettävä kauko-ohjauksen valintakytkimellä. Kytkinaseman valvomon tauluun kiinnitetään merkit kytkinaseman kytkentäryhmiä koskevista ohjauskielloista. Kytkinasemille mentäessä tulee tehdä ilmoitus käyttökeskukseen.

### 6.3 Erityisohjeet

Työskenneltäessä suodatin- ja kompensointilaitteistojen suoja-aidan sisäpuolella tulee suodattimen olla jännitteettömänä ja suodattimen erottimen auki asennossa. Tällöin maadoituserottimekset ovat kiinni. Työskentely voidaan aloittaa sen jälkeen, kun valmistajan ilmoittama varoaika on kulunut. Tämän lisäksi suodatin on työmaadoitettava ja kondensaattoreiden varaukset purettava. Suurjännitekaapeleihin jää myös sähköinen varaus, joka on purettava maadoittamalla ne.

Jos jotkin sähkötilan laitteet (katkaisijat, mittamuuntajat, kondensaattorit tms.) sisältävät aineita, jotka ovat myrkyllisiä tai joiden käsittelyssä muutoin on noudatettava erityistä varovaisuutta, on sähkötilaan laitettava tästä kertova varoitustaulu sekä aineiden käsittelyssä noudatettavat erityisohjeet.

## 7 Liikennöimiseen liittyviä ohjeita

### 7.1 Ratajohdon vauriot

Jos rautatieyrityksen veturimiehistö tai muu henkilökunta havaitsee ratajohdossa vaurioita, niistä on heti ilmoitettava liikenteenohjaukselle. Jos on syytä olettaa, että seuraava juna pahentaisi vikaa, liikenteenohjauksen on heti suljettava kyseinen raide tai rataosa sähkövetokalustolla hoidettavalta junaliikenteeltä siihen saakka, kunnes vian tarkka laajuus on selvitetty ja ilmoitettava vauriosta edelleen käyttökeskukselle.

Käyttökeskus ja liikenteenohjaus sopivat yhdessä liikenteen hoitoon liittyvistä jatkotoimenpiteistä.

### 7.2 Liikennöinnin salliminen

Kun vikapaikka on ilmoitettu käyttökeskukseen tai tämä itse on paikallistanut vian, vian sijainti ja erotetut kytkentäryhmät ilmoitetaan kyseisen rataosan liikenteenohjaukselle ja liikennöiminen näillä osuuksilla kielletään tarvittaessa.

Jos aukean tilan ulottuma on sähköratalaitteiden puolesta vapaa, käyttökeskus voi sallia liikennöimisen muulla kuin sähkövetokalustolla tai sähkövetokalustolla virroitin alas laskettuna.

### 7.3 Jännitteen häviäminen, oikosulku tai virroitinvaurio veturissa sekä toimenpiteet

Jos veturinkuljettaja havaitsee ajon aikana jännitteen hävinnän ilman, että veturissa tai ratajohdossa voitaisiin havaita vaurioita, pääkatkaisijan saa sulkea uudelleen jännitteen palattua.

Jos veturinkuljettaja huomaa ajon aikana veturissa oikosulun tai virroitinvaurion (ajolangan epänormaalia huojuntaa, oikosulku, valokaari, voimakas veturin katolta kuuluva ääni tms.), virroitin on laskettava alas ja juna pysäytettävä (tarvittaessa hätäjarrutusta käyttäen). Viasta on ilmoitettava liikenteenohjaukselle, joka ilmoittaa siitä edelleen käyttökeskukselle.

Jos virroitin on vaurioitunut, se oiotaan siten, etteivät sen osat ole liikkuvan kaluston ulottuman ulkopuolella, ja sidotaan luotettavasti kattoeristimiin. Ennen katolle nousemista kyseisen raiteen ajojohdin ja kaikkien viereisten raiteiden ajojohtimet on erotettava jännitteestä erotusjaksosta erotusjaksoon ja tehtävä hätämaadoitus (kohta 5). Murtuneet osat on poistettava ja vaurioitunut virroitin erotettava kattojohtimista avaamalla erotin. Jos vaurion laadusta voidaan päätellä, etteivät sähköratarakenteet ole rikkoutuneet, hätämaadoituksen tekijät voivat myös purkaa tekemänsä hätämaadoitukset käyttökeskuksen luvalla.

## 7.4 Virroitinvaurioiden havaitseminen matkan jälkeen

Jos sähköjunan tai -veturin virroittimessa havaitaan matkan jälkeen vaurioita (kuten iskun jälkiä), on siitä ilmoitettava välittömästi käyttökeskukseen. Ilmoituksessa on mainittava veturin numero ja veturin viimeksi kulkema rataosuus.

## 7.5 Ilmoituksen tekeminen lyhyistä jännitekatkoista tai voimakkaista valokaarista

Jos lyhyitä jännitekatkoksia tai voimakkaita valokaaria esiintyy toistuvasti samalla paikalla, veturinkuljettajan on tehtävä tästä ilmoitus liikenteenohjaukselle, joka ilmoittaa siitä edelleen käyttökeskukseen. Ilmoituksessa tulee tarkoin selvittää ilmiön esiintymispaikka (esim. ratajohtopylvään numero).

## 7.6 Veturien tai junien pysäyttäminen

Sähköveturia tai -junaa ei saa pysäyttää siten, että virroitin jää seuraaviin kohtiin:

- erotusjakso
- ryhmyseristin
- erotuskenttä
- imumuuntajakenttä.

Dieselveturia ei saa pysäyttää siten, että dieselveturin pakoputki jää seuraaviin kohtiin

- erotusjakso
- ryhmyseristin
- erotuskentän eristin.

Virroitin on pidettävä alhaalla siirrettäessä sähkövetokalustoa muulla vetokalustolla.

## 7.7 Liikennöinti höyryveturilla

Sähkörataa höyryvetureilla liikennöitäessä on huolehdittava seuraavista asioista:

- veturin erikoisvarusteet ajolangan alla ajoa varten ovat kunnossa
- kattilan, hytin ja tenderin päälle ei nousta
- kasteluletkun suihku on sumusuihku; suihkua ei saa suunnata jännitteisiin osiin eikä saa suorittaa kastelua sumuttimen rikkoonnuttua
- hiiliä ei oteta yli suojahäkkitason
- tulenhoitovälineitä ei nosteta suojahäkkiä korkeammalle ja niitä säilytetään suojahäkin etuosassa olevissa kannatuskoukuissa.

## 8 Rullaaminen virroitin alhaalla

Rullaamisella tarkoitetaan jännitteettömän, työmaadoitetun tai rikkoutuneen johdonosan ohittamista **sähkövetokaluston virroitin alhaalla** liike-energian avulla.

Liikenteenohjauksen on sovittava käyttökeskuksen kanssa rullauksen käytöstä, ellei siitä ole annettu ennalta ohjeita.

Käyttökeskuksen on ilmoitettava liikenteenohjaukselle jännitteettömät kytkentäryhmät ja mahdolliset muut rullauksessa huomioon otettavat seikat.

Rullaamiseen vaikuttavat sähköradan merkit (liite 17) laske virroitin, sen etumerkki ja nosta virroitin sijoitetaan RATO 17 Radan merkit mukaisesti /2/.

Jos kysymyksessä on junavaurio tai sähköradan rakenteiden rikkoutuminen, sähköalan ammattihenkilön on käytävä toteamassa, että ATU on vapaa rullattavalla alueella sähköratarakenteiden osalta ja ilmoitettava asiasta liikenteenohjaukselle. Ennen rullauksen aloittamista rullaamiseen vaikuttavat sähköradan merkit (liite 17) on sijoitettava paikoilleen. Jos edellä mainittuja merkkejä ei voida käyttää tilanpuutteen tai muun syyn vuoksi, varmistetaan tapauskohtaisilla ohjeilla ja toimenpiteillä, että virroitimen laskeminen ja nostaminen tapahtuvat oikeassa kohdassa.

## 9 Vaunujen kuormaaminen, tarkastaminen ja kuorman purkaminen sähköradalla

### 9.1 Pääperiaatteet

Avovaunujen kuormaaminen ja kuorman purkaminen on pyrittävä tekemään sähköistämättömällä raiteella. Säiliövaunujen ja katettujen vaunujen päälle nouseminen on tehtävä sähköistämättömällä raiteella tai järjestettävä jännitekatko ja työmaadoitus. Jos viereinen raide on sähköistetty tai jos kuorma- yms. työn kohteena olevan raiteen yli kulkee johtimia, jännitteisten osien läheisyydestä aiheutuvaan vaaraan on kiinnitettävä huomiota (kohdan 3.4 vähimmäisetäisyydet jännitteisiin osiin on säilytettävä).

### 9.2 Sähköistetyllä raiteella tai sen läheisyydessä tehtävien töiden ehdot

Sähköistetyllä raiteella sekä sähköistetyn raiteen läheisyydessä saa tehdä vaunujen kuormauksista sekä kuormien purkamista ja tarkastamista, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

- a) Työssä käytetään vain sellaisia henkilöitä, jotka tuntevat jännitteisten osien läheisyydessä työskentelyä koskevat määräykset.
- b) Sähkölaitteiston käytön johtaja on hyväksynyt työpaikan ja antanut siitä tarpeelliset sähköturvallisuusohjeet työn suorittajalle.
- c) työ tehdään siten, että kohdan 3.4 vaatimukset (vähimmäisetäisyydet jännitteisiin osiin, nostokorkeuden rajoittaminen jne.) täyttyvät työskentelyn kaikissa vaiheissa.

Työskentely jännitteisen johtimen alla on yleensä sallittu kiskon selästä enintään 1,7 m korkean kuorman päällä ja avovaunussa saa siirtää esineitä, jotka ovat vaunun lattiasta enintään 2,5 m korkeita. Jos varoituskilvin (liite 17) on osoitettu ajolangan olevan alempana kuin 6,0 m kiskon selästä, sen korkeus on selvitettävä ennen työskentelyn aloittamista ja huolehdittava siitä, että kohdan 3.4 vähimmäisetäisyydet jännitteisiin osiin säilyvät.

Edellä olevasta pääsäännöstä poiketen eräissä töissä, esim. purettaessa käsin puisia ratapölkkyjä avovaunusta tai tietyissä kiskojen lastauksen kuormaustilanteissa, sallitaan jännitteisen johtimen alla työskentely kuorman päällä, jonka korkeus kiskon selästä on enintään 2,2 m. Edellytyksenä on, että ajolangan korkeus kiskon selästä on vähintään 6,0 m, käytetään vain ao. työhön opastettua henkilökuntaa ja työskentely tapahtuu erillisen työskentelyohjeen mukaisesti. Erillisen työskentelyohjeen laatiminen on rautatieyrityksen tai urakoitsijan velvollisuus.

Mikäli edelliset ehdot eivät täyty, kuorma- yms. työt sähköistetyllä raiteella tai sen läheisyydessä vaativat jännitekatkon ja työmaadoituksen.

## 9.3 Kuormausalue

Kuormausalueella (alueella, jossa tehdään säännöllisesti kuormausta, kuormien purkamista yms. töitä) tulee olla taulu, josta selviävät tärkeimmät kuormausta koskevat tiedot (liite 17). Kuormausalue on tarvittaessa merkittävä rajamerkein.

Kun työmaadoittaminen tehdään kuormausalueella maadoituserottimilla, niiden käytöstä on oltava paikkakohtaiset ohjeet.

## 9.4 Tulenarat nesteet

Tulenarat nesteet tulee kuormata ja purkaa sähköradan läheisyydessä tähän työhön tarkoitettulla kuormausalueella työstä laadittuja ohjeita noudattaen. Ohjeiden laatiminen on rautatieyrityksen velvollisuus.

## 9.5 Autonlastausraiteet ja muut kohteet kuten hallit, joissa sähkörataa ohjataan paikalliskäytöllä

Kohteissa tulee noudattaa kohteeseen laadittua erillistä ohjetta. Kohteiden käyttötoimenpiteistä ja tapahtumista tulee pitää käyttöpäiväkirjaa

Kohteissa käyttötoimenpiteitä suorittavalla henkilöllä tulee olla suoritettuna

- SFS 6002 koulutus
- Perehdytys kohteen sähköratajärjestelmään
- Koulutus kohteen laitteiston käyttöön
- EA-pätevyys
- Työturvallisuuskortti

Tieto kohteissa käyttötoimenpiteitä suorittavista henkilöistä yhteystietoinen tulee toimittaa käyttökeskukseen



## 10 Kuljetukset sähköradalla

### 10.1 Erikoiskuljetusten vaatimat toimenpiteet

Kuljetus vaatii ajojohtimen erottamisen jännitteestä, jos kuorman etäisyys ajojohtimesta tai muista siihen liittyvistä jännitteisistä osista (kääntöorret, ryhmyseristimen liukukiskot jne.) on alle 0,30 m. Erottaminen on pyrittävä tekemään erotusjaksosta erotusjaksoon. Erottaminen koskee kaikkien raiteiden kytkentäryhmiä em. alueella. Jos liikenteelliset syyt niin vaativat, jännitteestä ei tarvitse erottaa ajojohdinta erotusjaksosta erotusjaksoon vaan riittää, että jännitteestä erotetaan pienin mahdollinen alue.

Ko. raiteen ajojohdin on lisäksi työmaadoitettava, jos kuljetuksen hoitamiseksi jouduttaisiin alittamaan kohdan 3.4 taulukon 1 vähimmäisetäisyydet jännitteisiin osiin.

Johtimen erottaminen jännitteestä -pyyntö tai jännitekatkopyyntö on tarvitsijan tehtävä riittävän ajoissa sähkölaitteiston käytön johtajalle. Pyyntöä tehtäessä käytetään jännitekatkolomaketta soveltuvin osin.

Siltojen vuoksi on annettu erikseen rautatiekuljetuksia koskevia rajoituksia.

Vaunukuormat on maadoitettava vaunun runkoon silloin, kun ne ovat sähköä johtavaa ainetta ja yli 5,3 m korkeita kiskon selästä mitattuna tai yli 150 m pitkiä ja yli 1,8 m korkeita.

### 10.2 Maantiekuljetukset sähköradan tasoristeyksessä

Kuormat, jotka ulottuvat enintään 4,5 m korkeuteen kiskon selästä, saavat kulkea tasoristeyksessä sähköradan poikki ilman erillisjärjestelyjä.

Erikoiskuljetuksien osalta tulee toimia Liikenneviraston ohjeen Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksissä mukaisesti /3/.

Jokaisen henkilön on työvälineineen säilytettävä 2,0 m vähimmäisetäisyys ratajohdon jännitteisiin osiin.

Kiskon selästä yli 1,7 m korkean kuorman päällä ei saa olla henkilöitä sähköistetyin radan tasoristeyksessä, mikäli johdin on työmaadoittamaton.

## 11 Työskentely opastinsillalla ja opastinmastossa

Opastinsillalla tai opastinmastossa saa työskennellä sähköalan ammattihenkilö tai ao. tehtäviin opastettu henkilö.

Työsuorituksesta vastaavan on varmistauduttava siitä, että opastinsillalla tai opastinmastossa työskentelevä henkilö tuntee tehtäviinsä liittyvät sähkö- ja työturvallisuuden vaarat sekä niistä aiheutuvat riskit.

Opastinsillalle tai opastinmastoon noustaessa ja niissä työskenneltäessä on otettava huomioon lähellä olevien jännitteisten osien ja junaliikenteen, erityisesti nousuaskelmien ohi kulkevien virroittimien, aiheuttama sähköiskun vaara. Tarvittaessa on nousun aikaisen turvallisuuden varmistamiseksi pyydettävä ratatyölupa ohjeiden mukaisesti.

Opastinsillalla työskentelyn on tapahduttava kävelytason yläpuolella ja kaiteiden sisäpuolelta. Työntekijällä ei saa olla mukanaan 1,0 m pitempiä työvälineitä. Työntekijän on käytettävä valokaarivaarallisen työn suojavarusteita.

Muulle kuin sähköalan ammattihenkilölle on sallittu opastinsillalla jännitteisten osien yläpuolella seuraavat työt:

- opastimen nosto ja lasku hissilaitteella
- opastinlamppujen vaihto
- linssien puhdistus
- opastinlevyjen puhdistus
- pätemättömyysmerkkien asettaminen
- opastimien peittäminen
- lamppujännitteiden mittaus.

Muiden töiden tekeminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle.

## 12 Sähköradan raiteeseen kohdistuvat työt

### 12.1 Paluuvirtatie

Sähköistetyt raiteet toinen tai molemmat kiskot ovat osa sähköratajärjestelmän paluuvirtatietä.

Ratatöissä, joissa joudutaan katkaisemaan paluukisko (esim. kiskonvaihto), on ennen katkaisua huolehdittava siitä, että paluuvirralla on työn kaikissa vaiheissa hyvin johtava kulkutie (vähintään 25 mm<sup>2</sup> Cu-johdin) työalueen ohi.

### 12.2 Suojamaadoitukset

Suojamaadoituksen tilapäisen korjauksen (esim. ratatöiden aikana rikkoutuneen suojamaadoituksen korjauksen) saa tehdä tehtävään opastettu henkilö. Tilapäisestä korjauksesta on ilmoitettava välittömästi käyttökeskukseen. Suojamaadoituksen lopullisen korjauksen tekee sähköalan ammattihenkilö tai se tehdään hänen valvonnassaan.

Sähköä johtavat paikallaan olevat esineet, jotka sijaitsevat 5,0 m lähempänä sähköistetyt raiteen keskilinjaa, on maadoitettava yhdistämällä ne paluukiskoon. Myös siirrettävät sähköä johtavat esineet, jotka sijaitsevat 5,0 m lähempänä sähköistetyt raiteen keskilinjaa, on sähköturvallisuussyiden niin vaatiessa maadoitettava paluukiskoon.

Sähköradalla työskenneltäessä on huolehdittava siitä, että maadoitukset eivät vahingoitu. Mikäli työskentely edellyttää maadoitusjohtimien irrottamista paluukiskosta, maadoittamisesta tulee huolehtia muulla tavoin. Sähköalan ammattihenkilön tulee tehdä maadoitusten muutostyöt. Jos huomataan rikkoutunut tai muuten viallinen maadoitus, siitä on ilmoitettava välittömästi käyttökeskukseen tai käytön johtajalle.

Paluukiskon katkeaman ja rikkoutuneen suojamaadoituksen korjaamisessa sekä työn aikaisissa paluuvirtatie- ja maadoitusjärjestelyissä on noudatettava kohtaa 4.6

### 12.3 Käyttömaadoitukset

Käyttömaadoituksien korjaaminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle.

Sähköratajärjestelmään kuuluvia käyttömaadoituksia ovat paluujohtimen kiskoonliitäntä (PKL), 2x25 kV järjestelmän syöttömuuntajan keskipisteen ja säästömuuntajan maadoitus, vaihteen- ja vaununlämmitysmuuntajien maadoitukset sekä välilytkinaseman maadoitus.

Käyttömaadoitusjohtimen (-johtimien) katkaisu voi synnyttää katkeamakohdan päiden välille hengenvaarallisen jännitteen.

Käyttömaadoitukset merkitään RATO 5 mukaisesti maadoitusliittimiin kiinnitettävillä sinisillä metallikilvillä, joissa on maadoitusmerkki sekä maadoitettavan pylvään tunnus.

PKL-pylväät merkitään maastossa maalaamalla 0,3 m leveä sininen rengas pylvään ympäri. Maalauksen alareunan korkeus on 2,0 m perustuksen pinnasta. Pylväsrakenteen puuttuessa on paluujohtimen kiskoliitos merkittävä sinisellä vähintään 200 mm pitkällä johteen ympärille asennetulla merkinnällä, joka on sijoitettu alkavaksi enintään 200 mm päähän johteen ja kiskon liitoskohdasta.

## 12.4 Paluukiskojen poikittaisyhdistykset

Paluukiskojen poikittaisyhdistysten korjaaminen kuuluu sähköalan ammattihenkilölle.

Paluukiskojen poikittaisyhdistykset merkitään kuten käyttömaadoitukset

## 13 Käyttökeskukset

### 13.1 Käyttökeskus

Sähköradan kaukovalvonta ja -käyttö hoidetaan käyttökeskuksista. Käyttökeskukset ja niiden valvonta-alueet on esitetty kuvassa 8.

### 13.2 Työskentely käyttökeskuksessa

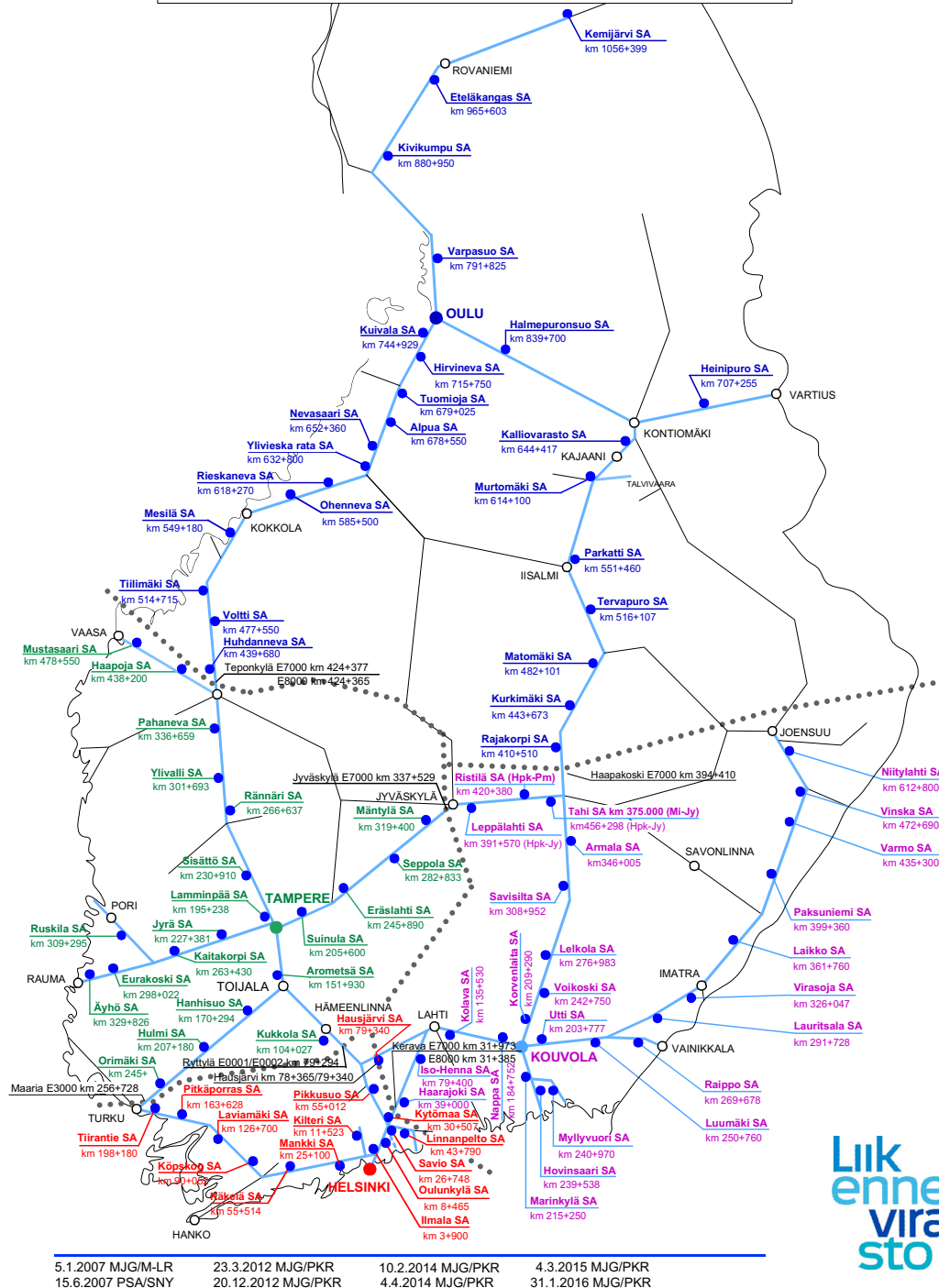
Käyttökeskuksen tehtävänä on 24 tuntia vuorokaudessa suorittaa rautatieliikenteen tekniseen varmistamiseen liittyviä toimia, kuten

- sähkötekniisten järjestelmien käytön valvonta ja kytkentöjen suorittaminen
- antaa sähköturvallisuuteen liittyvää tietoa työskenneltäessä sähköistetyllä radalla
- saada tietoa sähkötekniisten järjestelmien ja -laitteiden käytettävyydestä
- sähkö- ja turvalaitteita koskevien häiriöilmoitusten vastaanotto ja viallisten kohteiden rajaaminen sekä korvaavan toiminnan kytkeminen mahdollisuuksien mukaan
- viankorjaustoiminnan käynnistäminen
- neuvottelut korjauskiireellisyydestä liikenteenohjauksen ja palvelutuotannon kanssa
- onnettomuustilanteissa yhteydenpito pelastuslaitoksiin ja muihin viranomaisiin
- sähkö- ja turvalaitevioista johtuvien liikennehäiriöiden selvittäminen liikenteenohjauksen kanssa.
- ottaa vastaan jakeluverkkoyhtiöiden käyttökeskeytysilmoitukset

## Sähköradan käyttökeskusalueet, syöttöasemat ja käytön johtajat 31.1.2016

Liikenneviraston käytön johtaja  
Janne T Nieminen, 029 534 3824, janne.t.nieminen@liikennevirasto.fi

<b>HELSINKI</b>	<b>0307 21 333</b> , <a href="mailto:kayttokeskus.helsinki@kkeskus.fi">kayttokeskus.helsinki@kkeskus.fi</a> , <b>Arto Malin</b>	<b>040 311 4846</b>
<b>TAMPERE</b>	<b>0307 30 333</b> , <a href="mailto:kayttokeskus.tampere@kkeskus.fi">kayttokeskus.tampere@kkeskus.fi</a> , <b>Arto Malin</b>	<b>040 311 4846</b>
<b>KOUVOLA</b>	<b>0307 34 333</b> , <a href="mailto:kayttokeskus.kouvola@kkeskus.fi">kayttokeskus.kouvola@kkeskus.fi</a> , <b>Juha Salovaara</b>	<b>040 863 7340</b>
<b>OULU</b>	<b>0307 45 304</b> , <a href="mailto:kayttokeskus.oulu@kkeskus.fi">kayttokeskus.oulu@kkeskus.fi</a> , <b>Markku Granlund</b>	<b>029 534 3875</b>



5.1.2007 MJG/M-LR	23.3.2012 MJG/PKR	10.2.2014 MJG/PKR	4.3.2015 MJG/PKR
15.6.2007 PSA/SNY	20.12.2012 MJG/PKR	4.4.2014 MJG/PKR	31.1.2016 MJG/PKR

**Liikennevirasto**

Kuva 8. Sähköradan käyttökeskusalueet ja syöttöasemat

## 13.3 Sähköradan paikalliskäyttömahdollisuudet

Sähköradan käyttötoimenpiteitä voidaan tehdä paikallisesti seuraavien paikkojen ohjaus-  
taululta:

- syöttöasemat
- välilytkinasemat
- liikennepaikat.

## 13.4 Ratajohdon kytkentä

### 13.4.1 Peruskytkentä

Peruskytkennässä ratajohto on jännitteinen. Ratajohdon kytkentätilanne, ts. katkaisijoiden ja erottimien asennot ja jännitteettömät kytkentäryhmät, nähdään käyttökeskuksessa olevalta valvontataululta ja/tai näyttöpäätteeltä. Peruskytkentä on pysyvästi merkitty valvontataululle ja/tai näyttöpäätteelle.

Jos radalla tai ratajohdolla tehtävien töiden yms. syiden takia tiettyjä kytkentöjä ei voida sallia, kiellettyjen ohjausten suorittaminen on estettävä järjestelmästä riippuen joko poistamalla ao. painike, asentamalla estotulppa tai käyttämällä kauko-ohjauksen estologiikkaa.

### 13.4.2 Valvontajärjestelmän häiriöt ja vauriot

Valvontajärjestelmän häiriöiden tai vaurioiden varalta käyttökeskuksessa on oltava kutakin kytkintä koskevat poikkeukselliset tiedot, kuten peruskytkennästä poikkeava kytkimen asento, mahdollinen ohjauskielto jne.

### 13.4.3 Käyttöpäiväkirja

Käyttökeskuksessa on pidettävä ns. käyttöpäiväkirjaa, johon merkitään ne järjestelmää ja sen käyttöä koskevat tapahtumat (epäonnistuneet ohjaukset, laukaisut, hälytykset jne.), joita ei saada automaattisesti.

### 13.4.4 Syöttöalueet

Ratajohdon kytkentä on pyrittävä pitämään sellaisena, että sähköenergian syöttöalueet ovat peruskytkennän mukaiset. Sallituista kytkentätilanteista annetaan kullekin käyttökeskukselle keskuskohtaiset ohjeet. Jos peruskytkennän mukaisista syöttöalueista joudutaan poikkeamaan, on ennen jännitteen kytkemistä huolehdittava, että suoja-releistys toimii myös muutetulla syöttöalueella sattuvissa vioissa. Releasettelujen muuttamiseen on saatava sähköratalaitteiston käytön johtajan tai hänen nimeämänsä henkilön lupa.

### 13.4.5 Erottimien, kuormanerotimien ja katkaisijoiden käyttäminen

Ratajohdon erottimia, kuormanerottimia ja katkaisijoita käytetään seuraavasti:

Erottimien kytkeminen (avaaminen ja sulkeminen) on luvallista vain kuormittamattomina. Tämän vuoksi ratajohdon kytkentä on ennen erottimien kytkemistä järjestettävä sellaiseksi, että erotettava kytkentäryhmä on pituudeltaan korkeintaan 5 km ja kytkentäryhmään ei liity kuormituksia (sähkövetokalustoa tai lämmityskuormaa).

Kytkeäntilanteita järjestettäessä kuormanerotimia saa käyttää normaalien kuormitusvirtojen katkaisuun ja kytkemiseen.

Oikosulkuja paikallistettaessa jännitteen jälleenkytkentäyritykset on aina tehtävä katkaisijoilla (katkaisijat on mitoitettu siten, että ne pystyvät katkaisemaan oikosukuvirrat). Katso 13.5.2.

## 13.5 Toimenpiteet häiriötapauksissa

### 13.5.1 Häiriöiden selvitys

Kun jotain poikkeuksellista tapahtuu, käyttökeskuksen on luotava mahdollisimman nopeasti selvä kuva häiriön synnystä, syystä, laajuudesta ja seurauksista sekä vian korjaamiseen todennäköisesti menevästä ajasta, varsinkin, jos vika voi aiheuttaa häiriöitä liikenteeseen.

### 13.5.2 Oikosulku ratajohdossa

Kun ratajohtoon sattuu oikosulku, kyseistä ajojohdon osaa syöttävä(t) katkaisija(t) laukeaa (laukeavat) ja siitä tulee hälytys käyttökeskukseen.

Saatuun hälytyksen katkaisijan laukeamisesta käyttökeskus ilmoittaa liikenteenohjaukselle jännitteettömän alueen ja tiedustelee, onko ko. alueella sattunut juna-onnettomuutta tai muuta vakavaa vauriota tai onko ko. alueella käynnissä töitä, jotka ovat voineet aiheuttaa oikosukulaukaisun. Jos tällaisesta ei ole tietoa, käyttökeskus antaa liikenteenohjauksen välityksellä kyseisellä rataosuudella mahdollisesti olevien sähkövetureiden ja -junien kuljettajille määräyksen virroittimien laskemisesta. Kun virroittimet on laskettu, käyttökeskus suorittaa kokeilukytkennän, jolla selvitetään, onko vika ratajohdossa vai sähkövetokalustossa.

Jos katkaisija laukeaa, on vika ratajohdossa ja käyttökeskus ryhtyy paikallistamaan sitä suorittamalla tarpeellisen määrän jälleenkytkentöjä.

Jos kytkentä onnistuu, käyttökeskus antaa määräyksen virroittimien nostamisesta. Virroittimen nostamisen yhteydessä veturimiehistön tulee tarkkailla kytkentätapahtumaa mahdollisen oikosulun havaitsemiseksi.

Jos vikaa ei edellä mainituin toimin enää löydetä, käyttö jatkuu normaalina. Veturimiehistöä kehoitetaan kuitenkin suorittamaan tähyystystä oikosulun paikan selvittämiseksi.

### 13.5.3 Automaattinen pikajälleenkytkentä

Ratajohtoa syöttävät katkaisijat on varustettu pikajälleenkytkentäautomaatiikalla. Jos automaatiikka on otettu käyttöön, se suorittaa asetellun ajan kuluttua pikajälleenkytkennän. Pikajälleenkytkennän onnistuessa, ts. jos vika on poistunut ratajohdosta, käyttö jatkuu normaalina. Jos katkaisija sitä vastoin laukeaa uudelleen, kaukokäyttöjärjestelmä antaa käyttökeskukselle hälytyksen katkaisijan laukeamisesta, minkä jälkeen käyttökeskus toimii kuten kohdassa 13.5.2. Rataosilla, missä ratajohto on suojattu distanssireleillä, annetaan hälytys myös onnistuneista pikajälleenkytkennöistä.



Kun radalla suoritetaan töitä, jotka vaativat jännitekatkon, käyttökeskus kytkee kauko-käytöllä katkoalueen viereisiä ryhmiä syöttävien ratajohtokatkaisijoiden automaattisen jälleenkytkennän pois päältä. Kun katko on purettu, käyttökeskus palauttaa automaattisen pikajälleenkytkennän toimintaan.

Syöttöasemalla työskenneltäessä automaattinen pikajälleenkytkentä voidaan kytkeä valintakytkimellä pois käytöstä, jos se on työn turvallisen suorittamisen kannalta tarpeellista.

#### **13.5.4 Ratajohdon kuormitus**

Jos ratajohdon jännite- tai kuormitustilanne jollakin verkon osalla uhkaa muodostua kestäättömäksi esim. poikkeuksellisen kytkentätilanteen tai verkkohäiriön aikana, käyttökeskus rajoittaa ajojohtimeen liittyvien sivukuormitusten tehonottoa siltä osin kuin se voidaan tehdä liikennettä häiritsemättä. Jos nämä toimenpiteet eivät riitä, käyttökeskus ilmoittaa tästä välittömästi ao. alueen liikenteenohjaukselle, joka antaa ohjeet liikenteenhoidosta ko. rataosalla rajoittaen käyttökeskuksen ohjeen mukaan kulussa olevien sähkövetureiden ja -junien tehonottoa ja määrää.

#### **13.5.5 Häiriö syöttö- tai välilytkinasemalla**

Syöttö- ja välilytkinasemalla sattuneesta häiriöstä saadaan käyttökeskukseen asema-kohtaiset kaukohälytykset.

Jos hälytykseen liittyy aseman 110 kV katkaisijan laukeaminen ja on todennäköistä, että vika on ko. lytkinasemalla (25 kV katkaisijat laukeavat), ei jälleenkytkentäyritystä saa suorittaa ennen kuin sähköalan ammattihenkilöt ovat käyneet toteamassa häiriön syyn.

Tiedonsiirtokatkon aikana asema on tarkastettava 8 h välein tai otettava pois käytöstä.

#### **13.5.6 Häiriö 110 kV verkossa**

Jos 110 kV verkossa tapahtuu häiriö, häiriön vaikutusalueella olevien syöttöasemien 110 kV katkaisijat on avattava, elleivät ne aukea automaattisesti.

Käyttökeskus ryhtyy selvittämään ko. häiriön syytä, laajuutta ja kestoaikaa ottamalla yhteyden syöttävän verkkoyhtiön vikapäivystykseen.

Jos 110 kV verkossa oli ohimenevä häiriö (pika- tai aikajälleenkytkentä toiminut), käyttökeskus kytkee syöttöaseman normaaliin käyttöön syöttävän verkkoyhtiön luvalla.

Jos 110 kV verkossa on pysyvä häiriö, käyttökeskus järjestää ko. syöttöaseman normaalisti syöttämälle alueelle jännitteen naapurisyöttöaseman kautta Korvaavat kytkennät -ohjeen mukaisesti.

### 13.5.7 Häiriöstä ja poikkeavuuksista ilmoittaminen

Kaikki sähköradan häiriöt ilmoitetaan käyttökeskukseen.

Käyttökeskuksen on ilmoitettava syntyneestä häiriöstä:

- Kyseisen rataosan liikenteenohjaukselle kaikissa niissä tapauksissa, jotka johtavat liikennehäiriöön. Suuremmista laitteita koskevista vaurioista on ilmoitettava myös silloin, kun seurauksena ei ole välitöntä käyttökeskeytystä, mutta riski sellaisen syntymisestä oleellisesti kasvaa.
- Sähköradan kunnossapitäjälle.
- Sähkölaitteiston käytönjohtajalle.

## Viiteluettelo

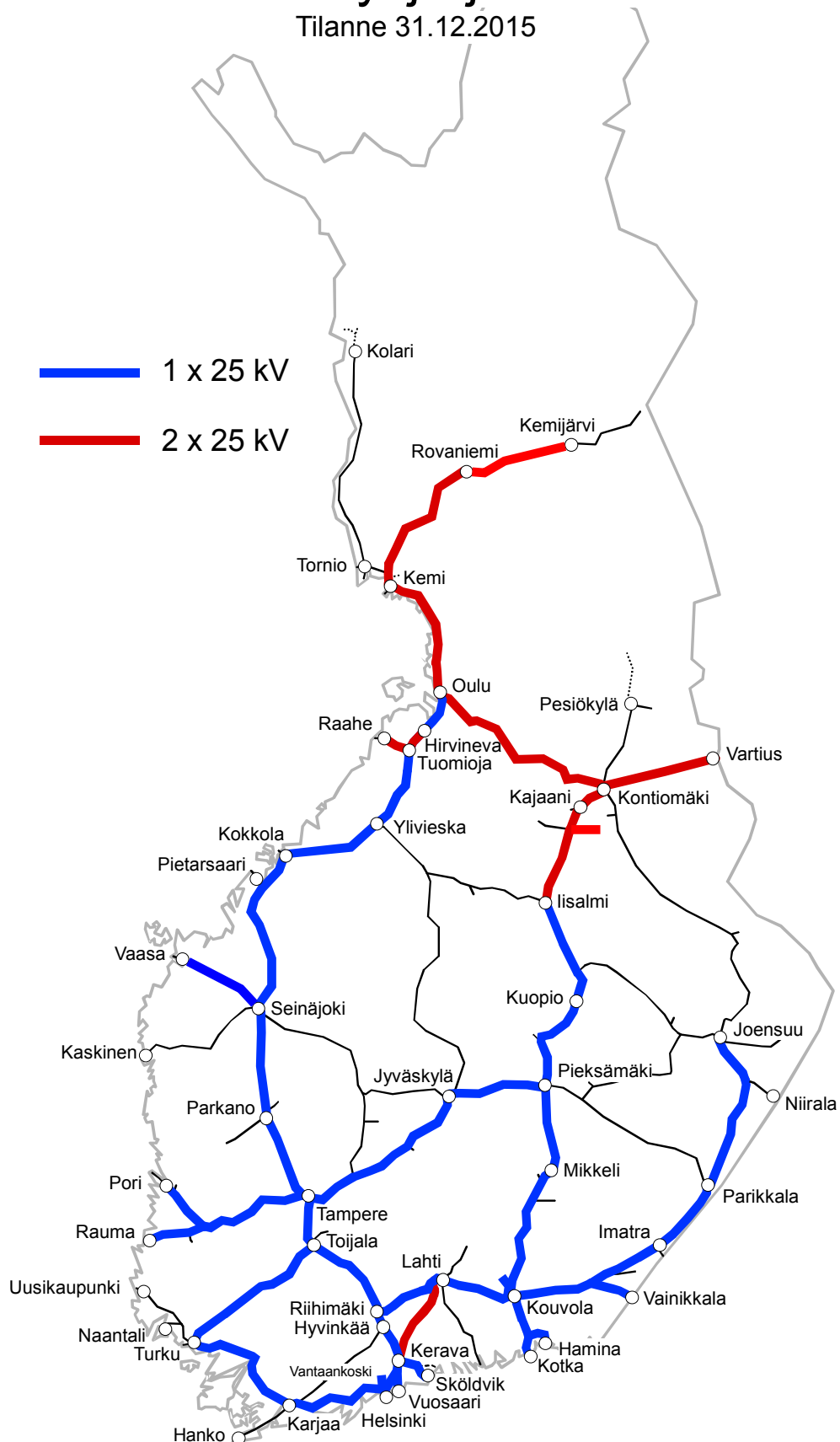
- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RATO), Ratahallintokeskus
  - osa 5 Sähköistetty rata (2013)
  - osa 17 Radan merkit (2009)
- /2/ Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Liikenneviraston ohjeita LO 6/2015
- /3/ Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksissä. Liikenneviraston ohje 21.3.2013



## Sähkötähtiohjeet

## Sähkötistysjärjestelmät

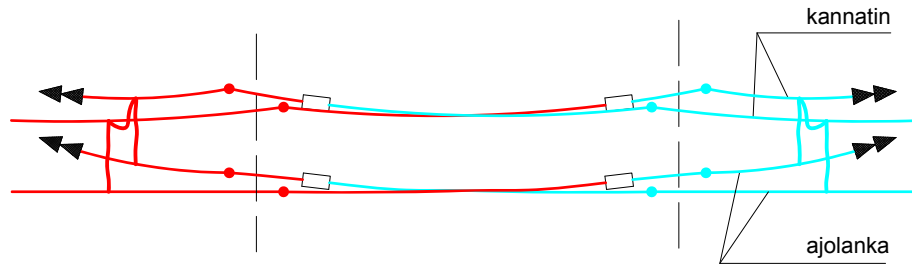
Tilanne 31.12.2015



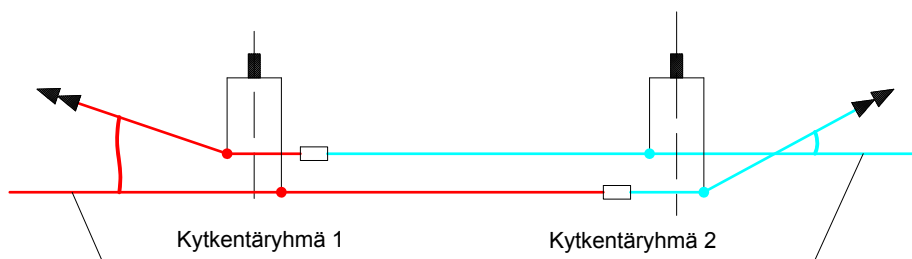
## Erotuskenttä, erotusjakso

### EROTUSKENTTÄ

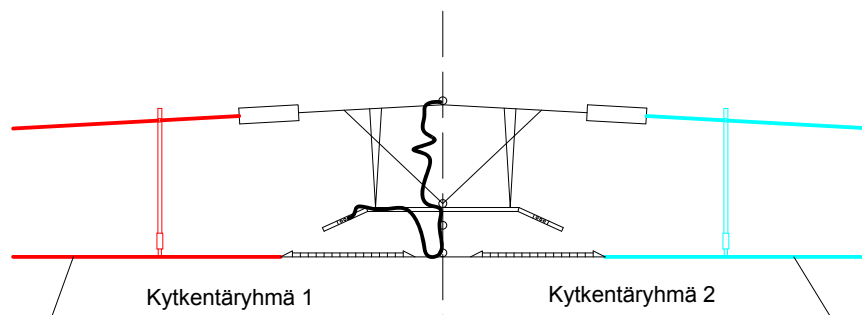
Sivulta katsottuna



Ylhäältä katsottuna



### EROTUSJAKSO



Huom. Kytkentäryhmät 1 ja 2 voivat olla erivaiheiset.

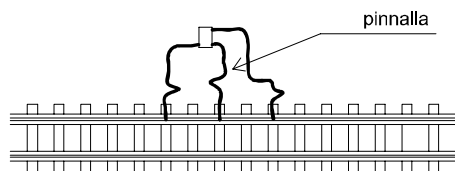
## Ratajohtopylvään käyttömaadoitukset

### RATAJOHTOPYLVÄÄN KÄYTTÖMAADOITUKSET

Käyttömaadoitus paluujohtimeen kiskoonliitäntä pylväällä (PKL-pylväs).

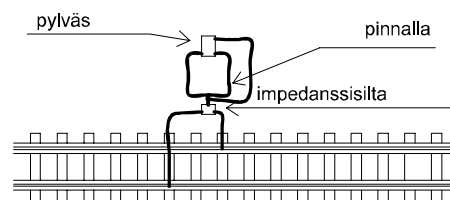
Kuva 1.

Liitäntä suoraan paluukiskoon.



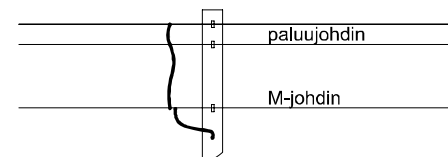
Kuva 2.

Liitäntä impedanssisilta.



Kuva 3.

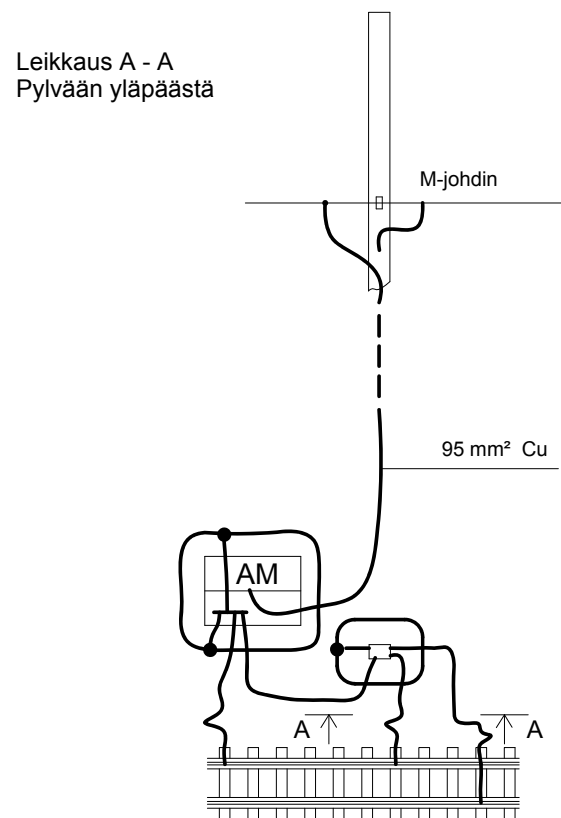
Liitäntä PKL-pylvään yläpäässä



## Käyttömaadoitus säästömuuntajalla ja liityntäpylväällä.

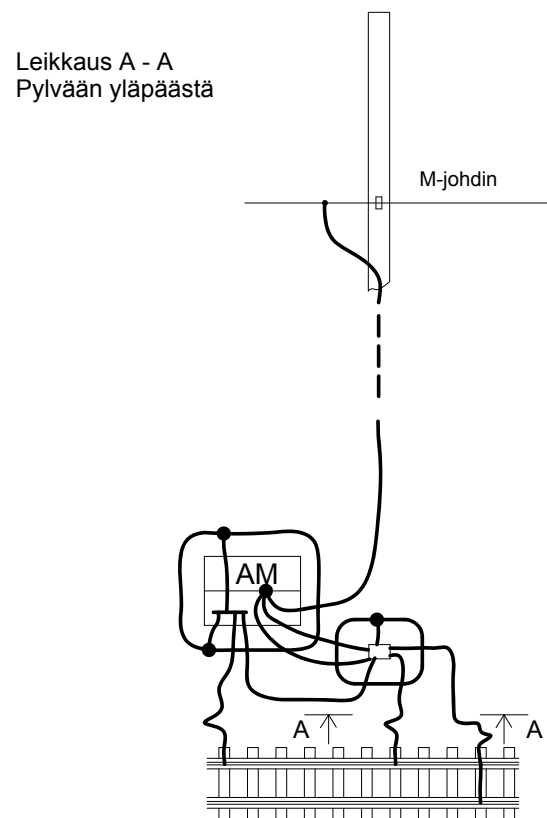
Kuva 7.

Liitäntä  $95 \text{ mm}^2$  Cu käyttömaadoitusjohdinta  
ja  $25 \text{ mm}^2$  Cu suojamaadoitusjohdinta käyttäen.



Kuva 8.

Liitäntä  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  Cu käyttömaadoitusjohdinta  
ja  $25 \text{ mm}^2$  Cu suojamaadoitusjohdinta käyttäen.

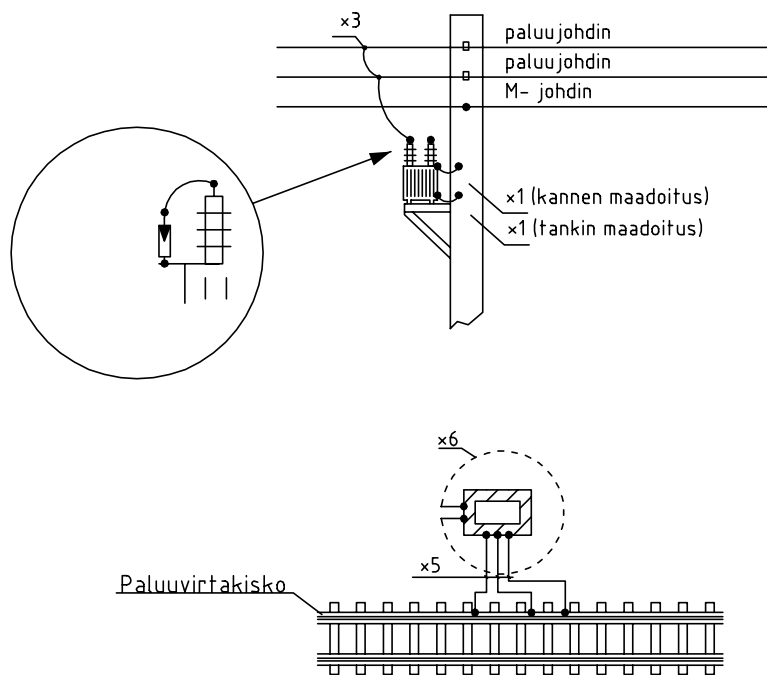




## VAIHTENLÄMMITYSMUUNTAJA PYLVÄÄN MAADOITTAMINEN

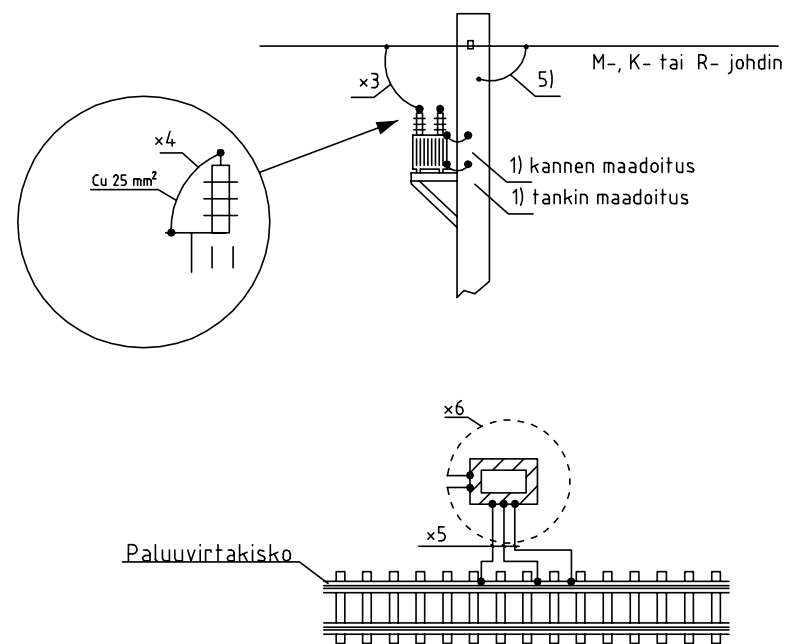
Kuva 1.

Vaihteenlämmitysmuuntajan ensiön X-napa yhdistetty paluujohtimeen



Kuva 2

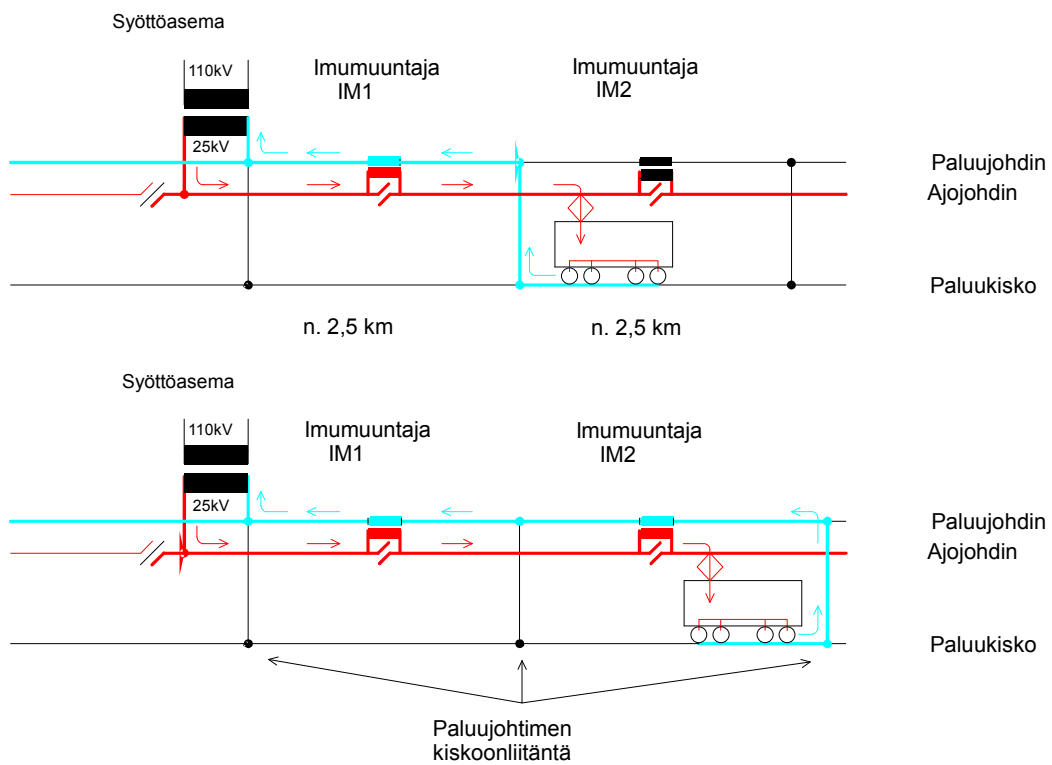
Vaihteenlämmitysmuuntajan ensiön X-napa ja pylväs yhdistetty M-, K- tai R-johtimeen.



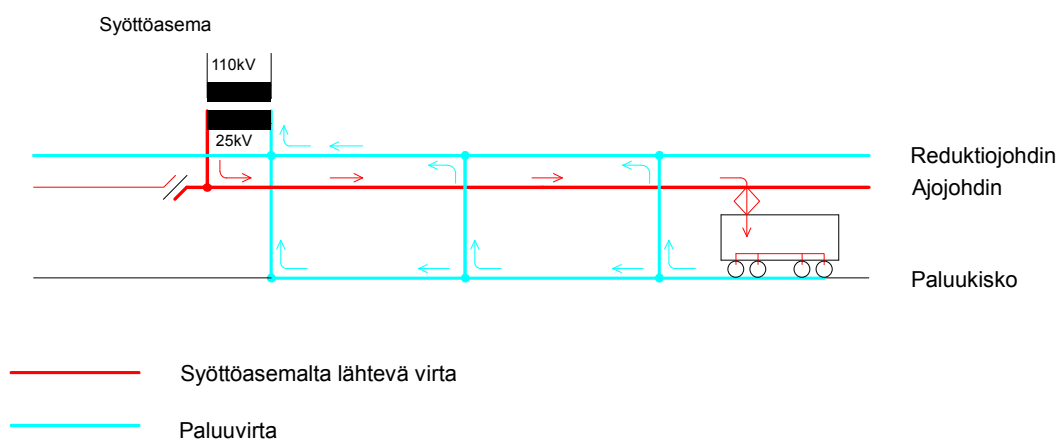
- x1 = Suojamaadoitusjohdin (Cu 25 mm<sup>2</sup>)
- x2 = PEN- johdin
- x3 = N- johdin
- x4 = PE- Johdin
- x5 = Maadoitusjohdin (Cu 50 mm<sup>2</sup>)
- x6 = Potentialitasausrengas (Cu 25 mm<sup>2</sup>)

# Virran kulutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä järj. 25 kV

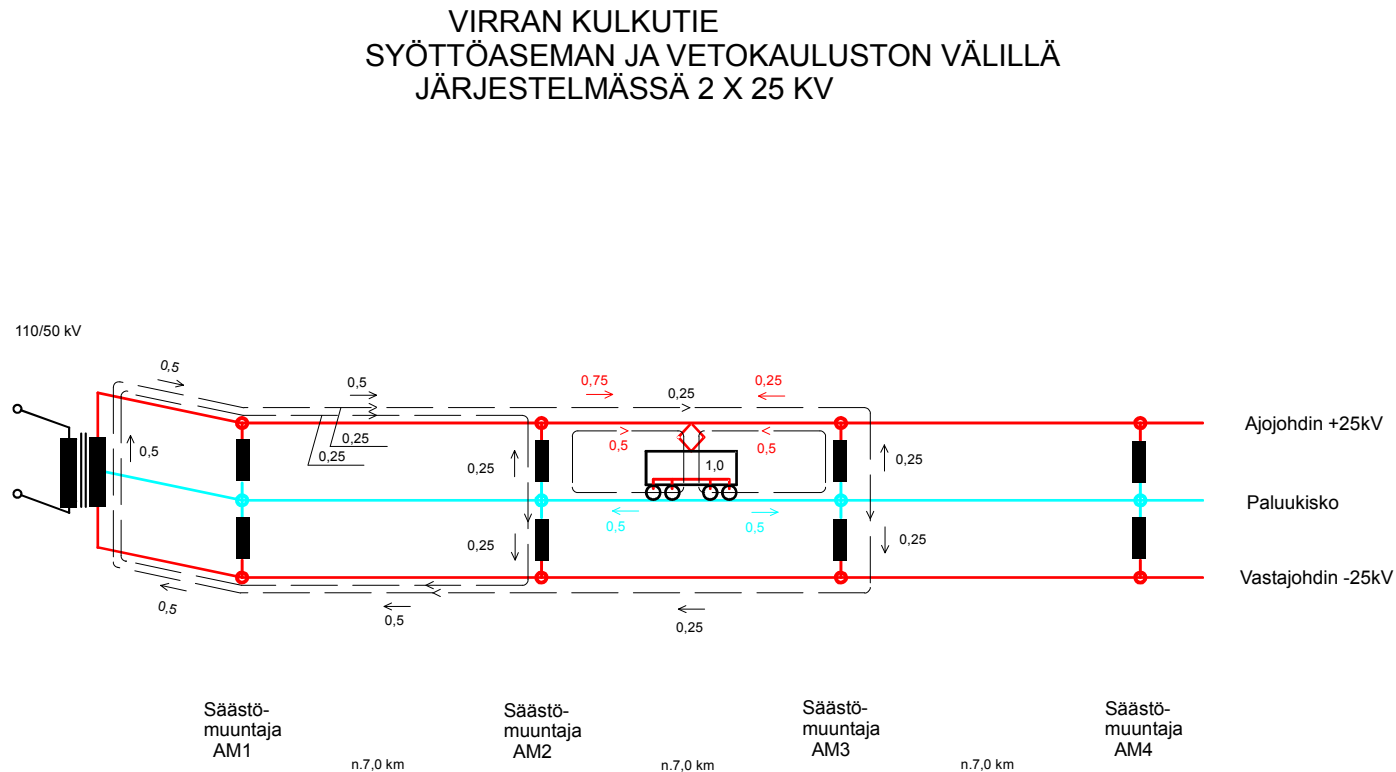
## Imumuuntajalla ja paluujohtimella varustettu ratajohto



## Reduktiojohtimella varustettu ratajohto



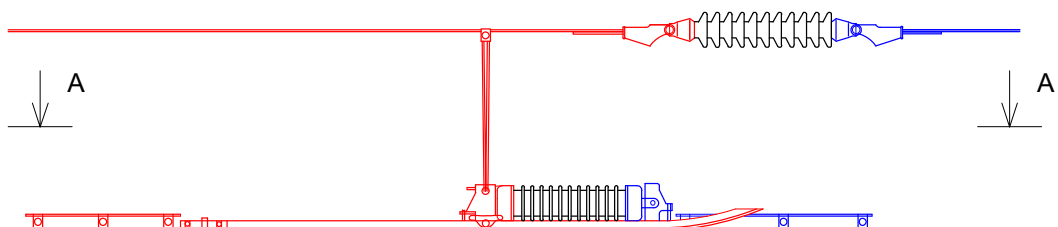
## Virran kulkutie syöttöaseman ja vetokaluston välillä järj. 2x25 kV



## Ryhmityseristimet

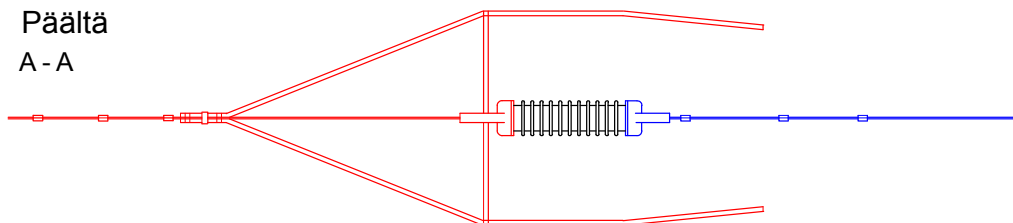
### HITAASTI AJETTAVA RYHMITYSERISTIN

Sivulta

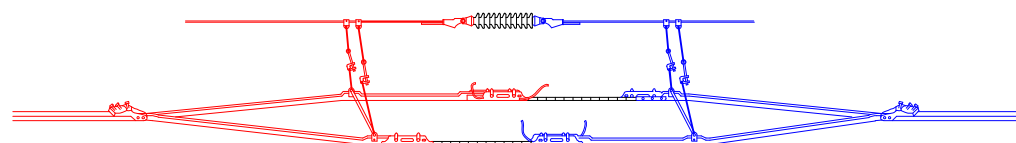


Päältä

A - A

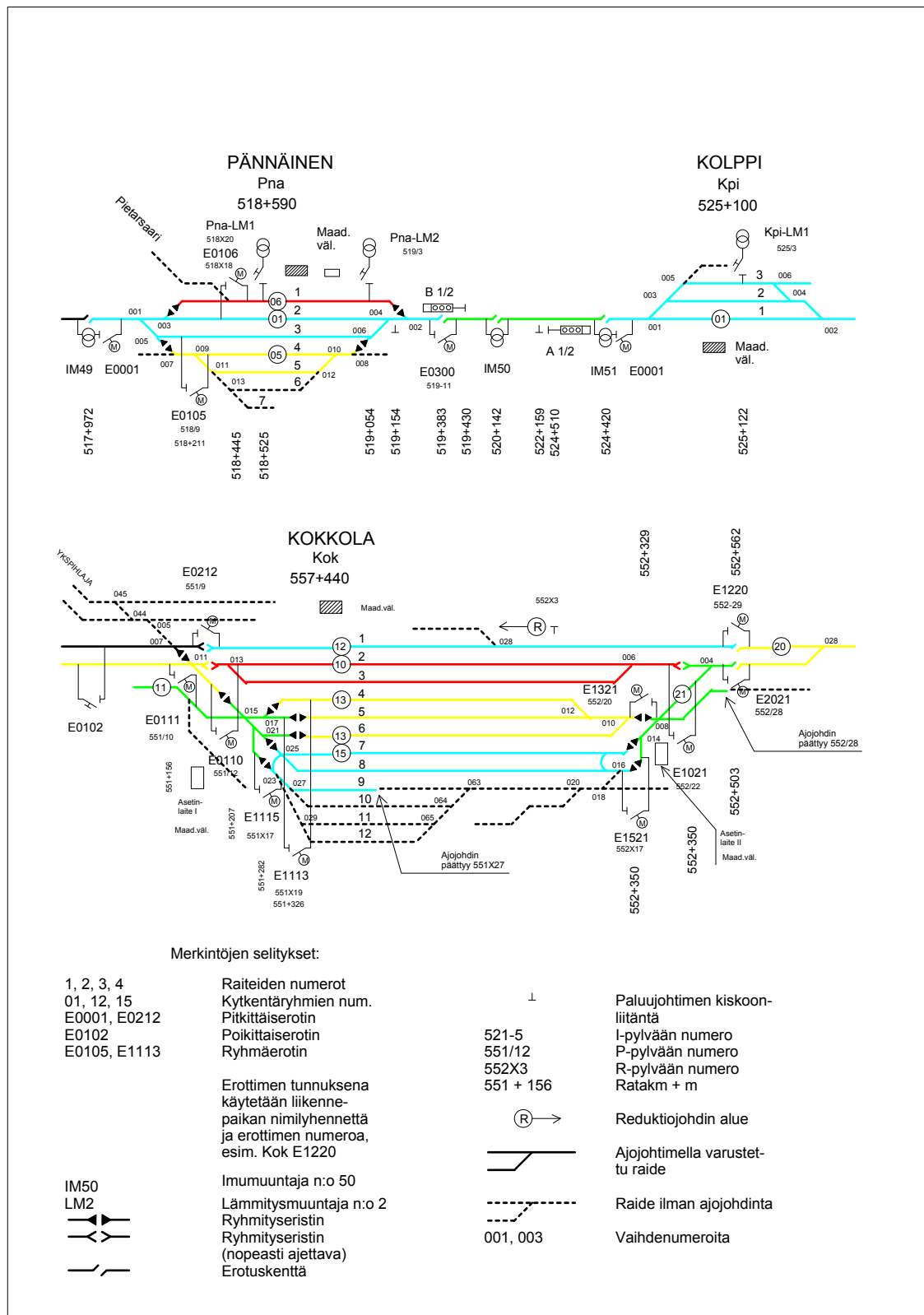


### NOPEASTI AJETTAVA RYHMITYSERISTIN



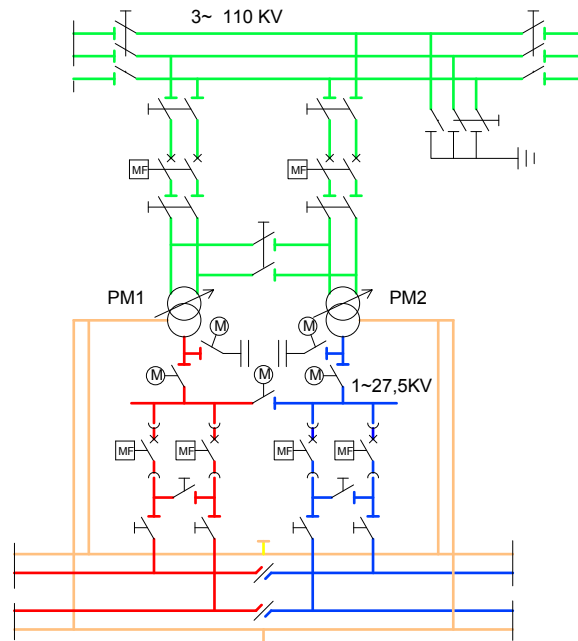
- kytKentäryhmä 1
- kytKentäryhmä 2

# Liikennepaikan sähkötalaitteiden merkintöjä (ryhmityskaavio)

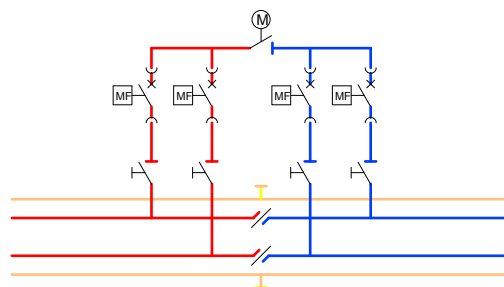


## Syöttö- ja välilytkinasema järj. 25 kV

JÄRJESTELMÄN 25 KV SYÖTTÖASEMA

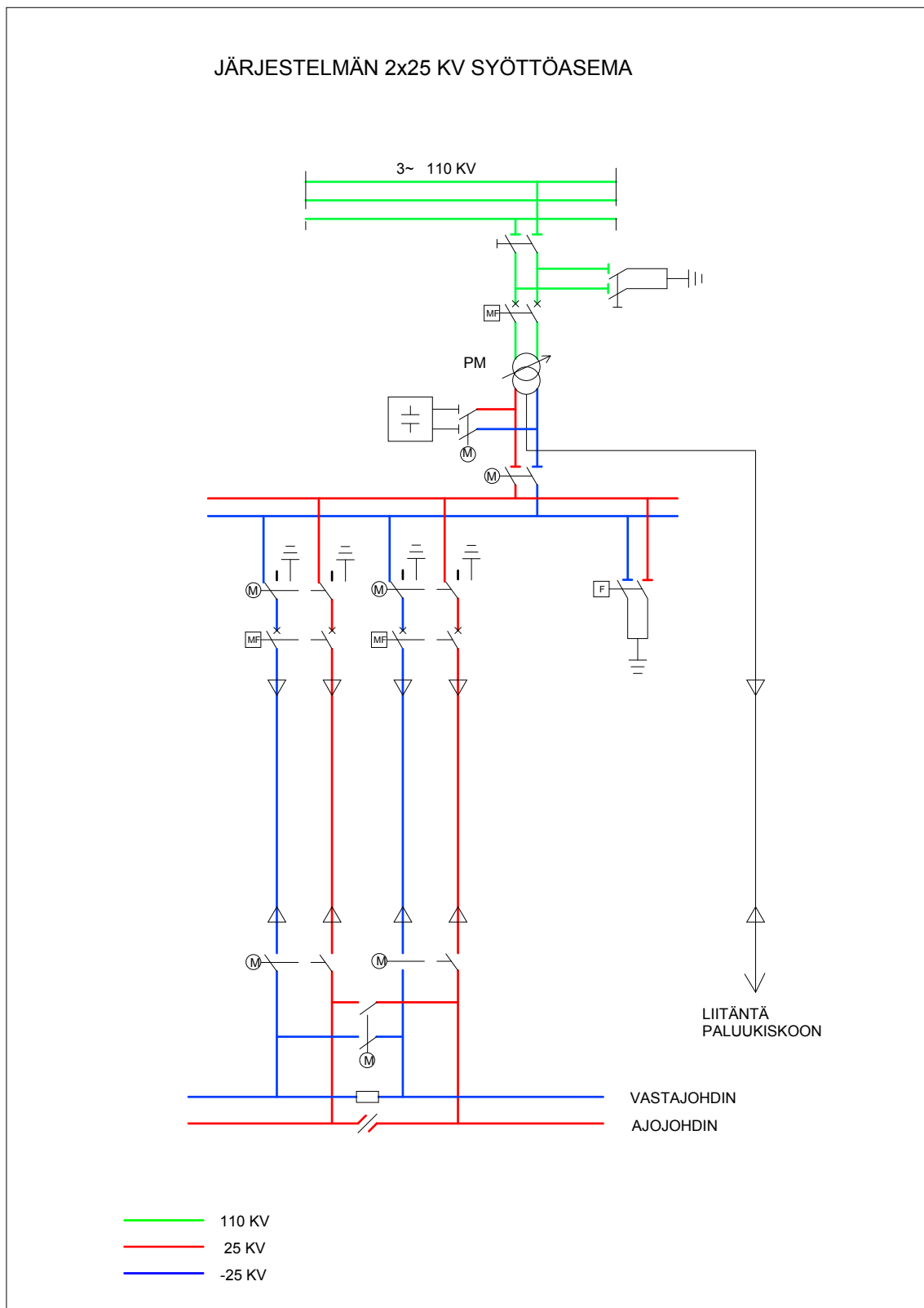


JÄRJESTELMÄN 25 KV VÄLIKYTKINASEMA

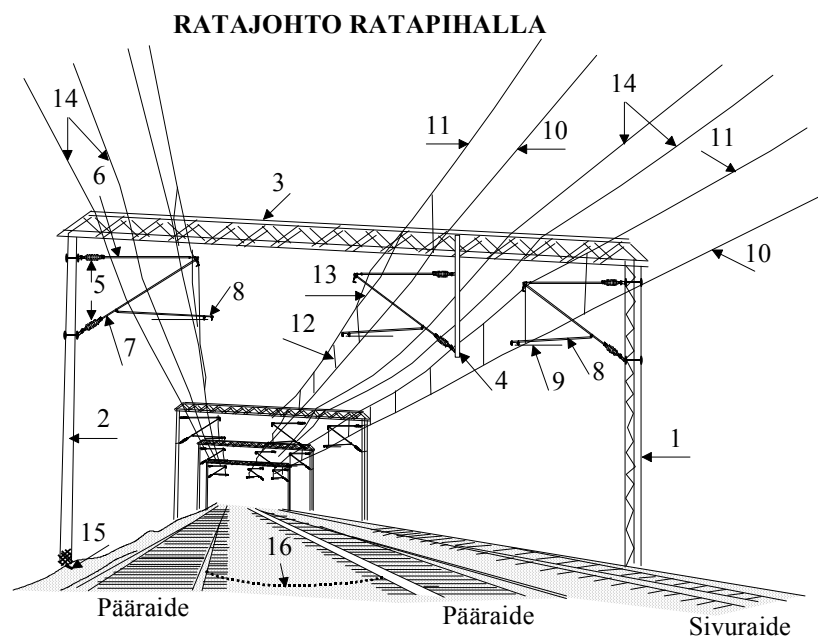
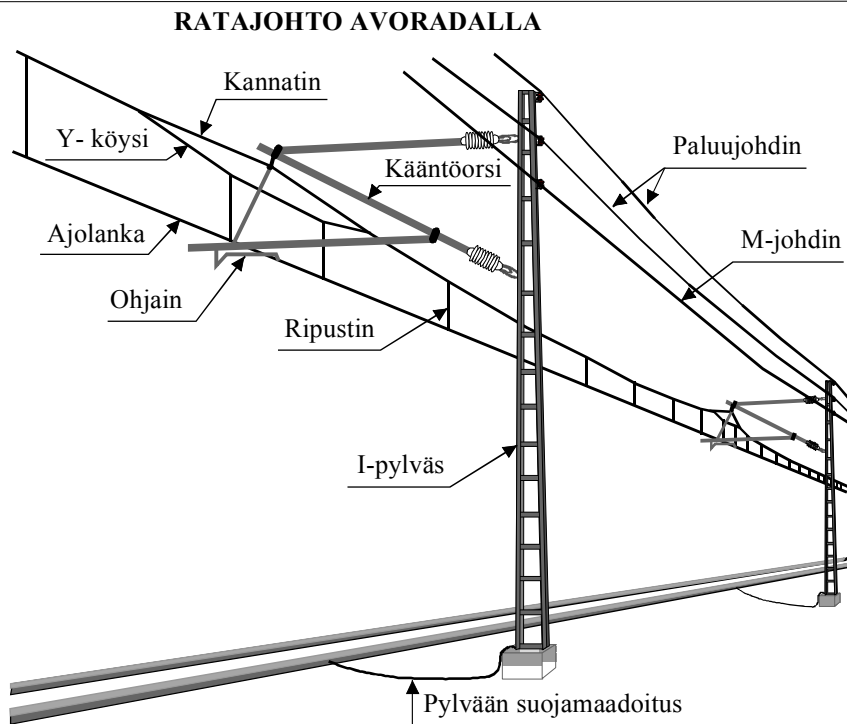


- 110 kV
- 25 kV vaihejännite
- 25 kV vaihejännite
- Paluujohtin

## Järjestelmän 2x25 kV syöttöasema



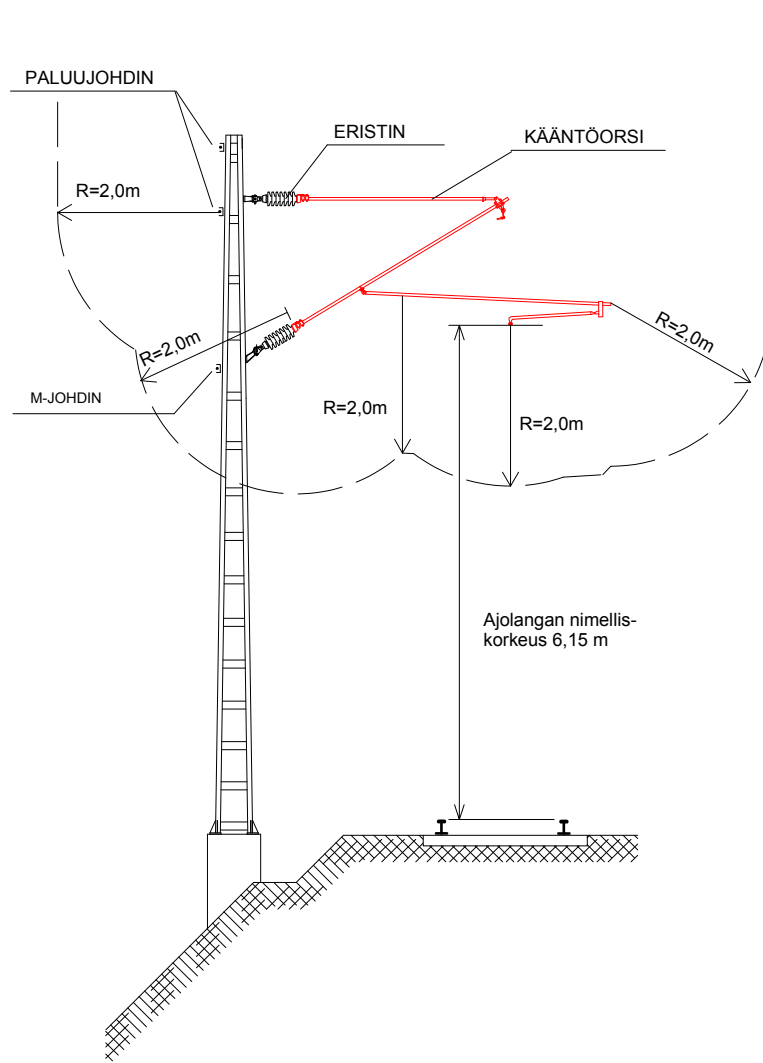
## Ratajohto avoradalla ja ratapihalla



- |                    |                        |             |
|--------------------|------------------------|-------------|
| 1. Pylvään numero  | 10. Ajolanka           | } Ajojohtin |
| 2. Portaalin jalka | 11. Kannatin           |             |
| 3. Portaalin orsi  | 12. Ripustin           |             |
| 4. Ripustusorsi    | 13. Y-köysi            |             |
| 5. Eristin         | 14. Paluujohtin        |             |
| 6. Ylätuki         | 15. Pylvään maadoitus  |             |
| 7. Vinotuki        | 16. Poikittaisyhdistys |             |
| 8. Sivutuki        |                        |             |
| 9. Ohjain          |                        |             |

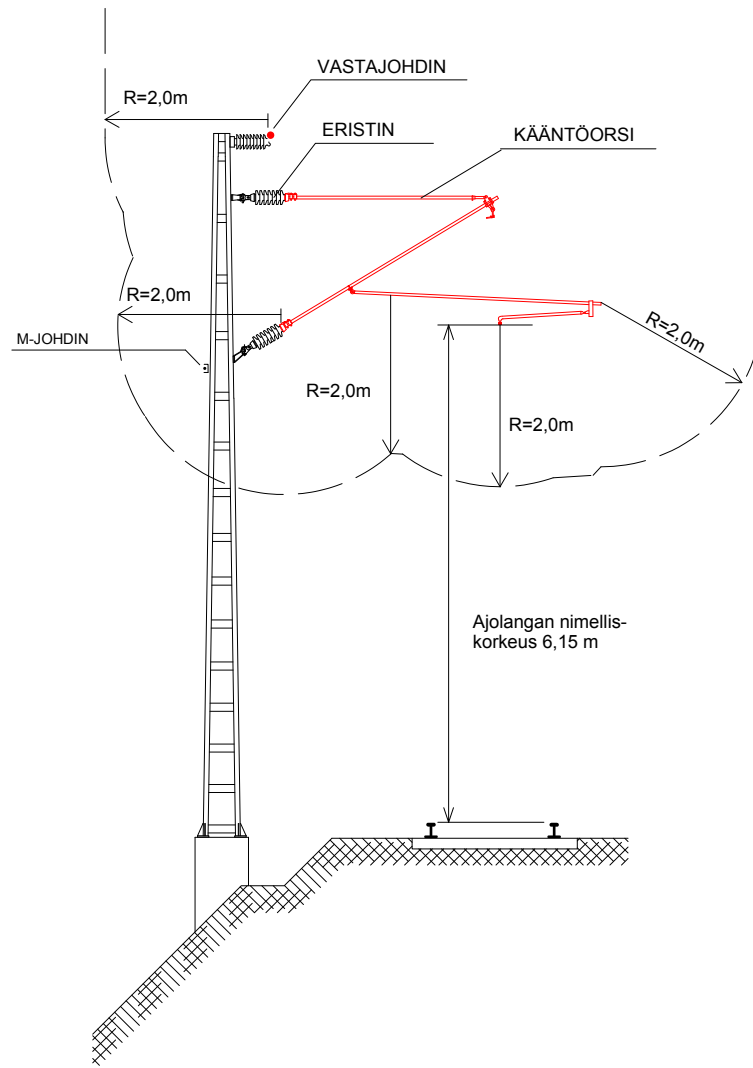


## Pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 25 kV




TEHTÄVÄÄN OPASTETUN HENKILÖN  
PIENIN TYÖSKENTELYETÄISYYS  
RATAJOHDON JÄNNITTEISISTÄ OSISTA  
JÄRJESTELMÄSSÄ 25 KV.

## Pienin työskentelyetäisyys järjestelmässä 2x25 kV

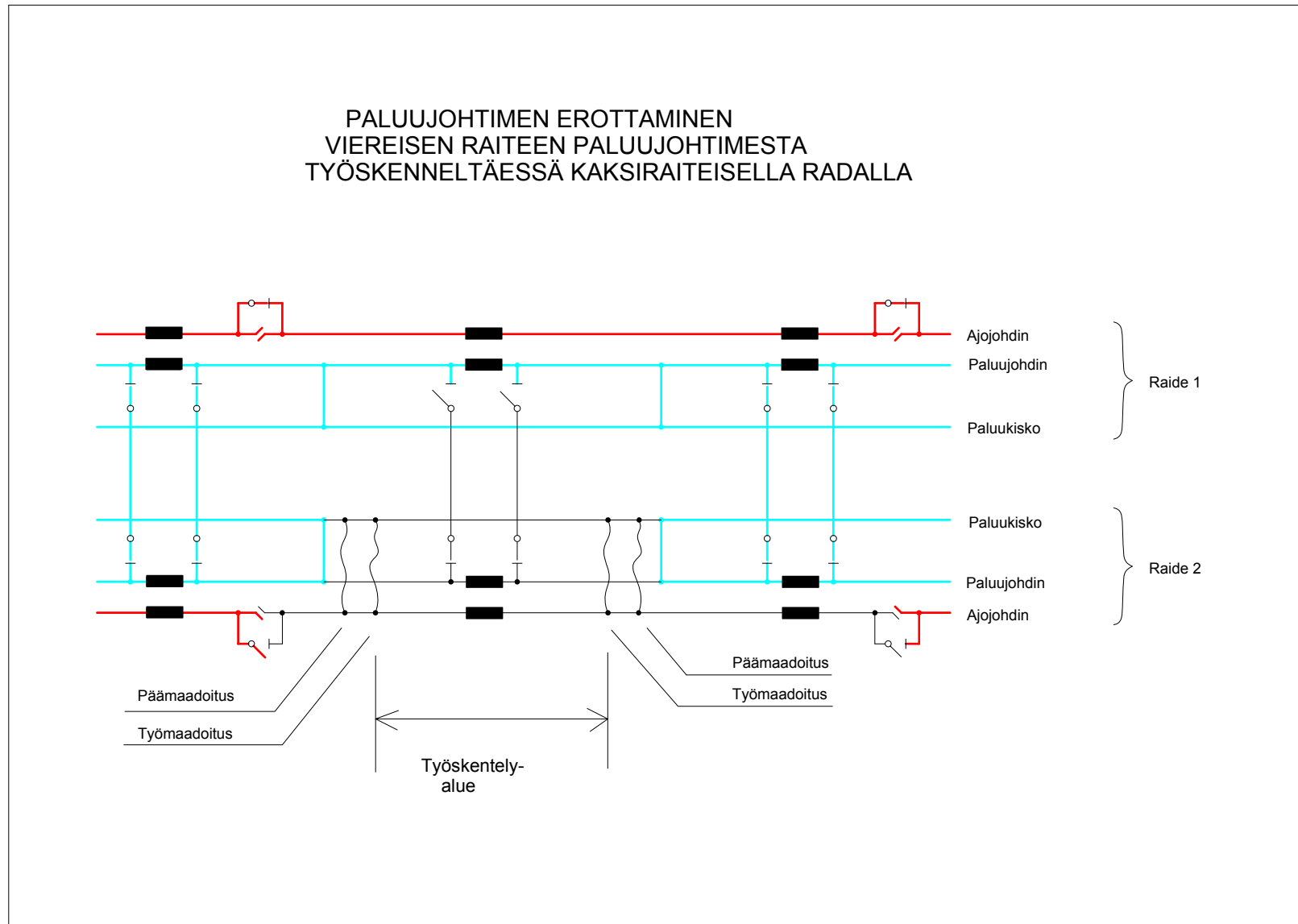


TEHTÄVÄÄN OPASTETUN HENKILÖN  
PIENIN TYÖSKENTELYETÄISYYS  
RATAJOHDON JÄNNITTEISISTÄ OSISTA  
JÄRJESTELMÄSSÄ 2 X 25 KV.

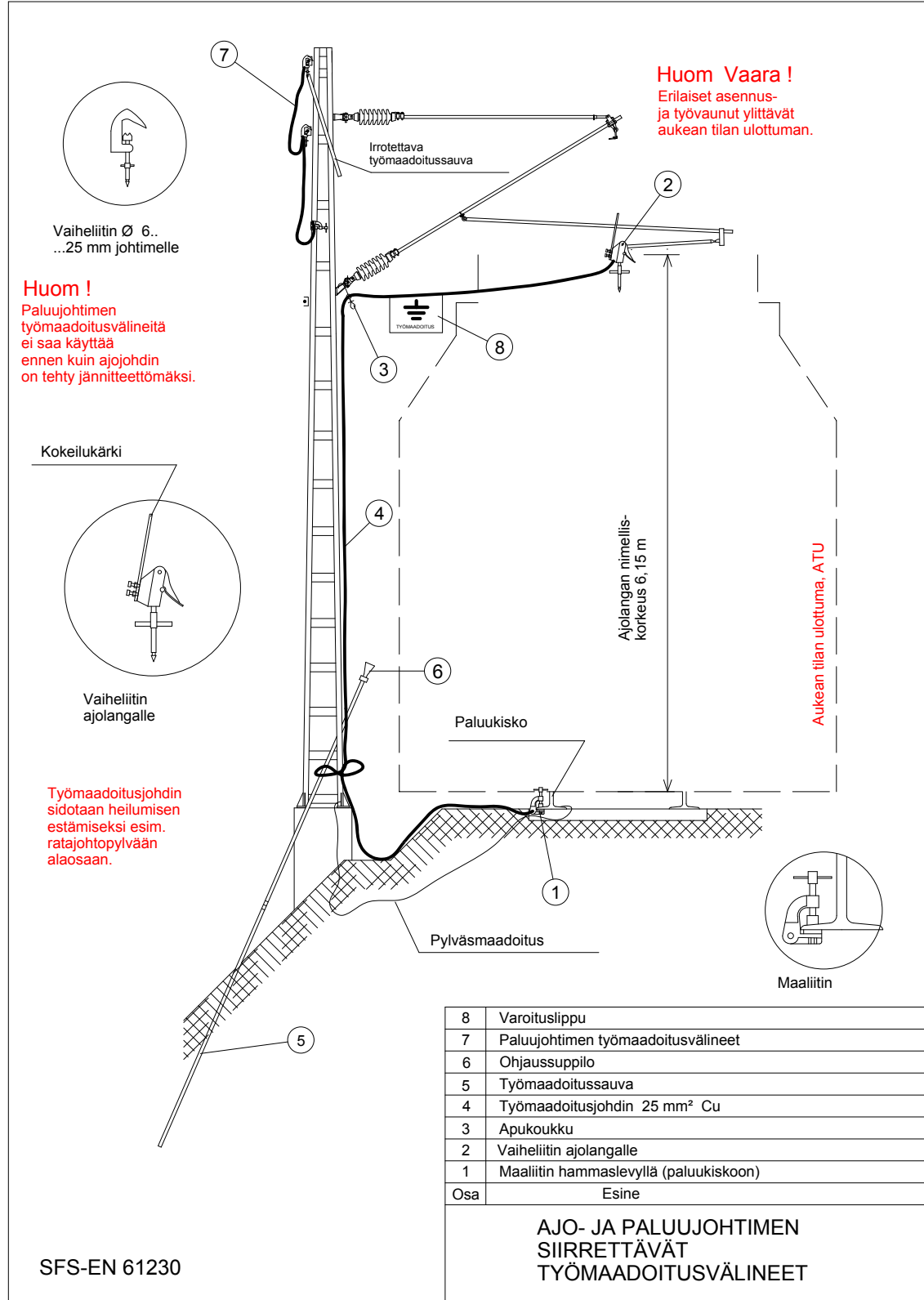
# Jännitekatkoilmoitus

		JÄNNITEKATKOILMOITUS Sivu:	
		Pvm:	Lomaketunnus:
Jännitteettömät kytkentäryhmät			
Työskentelyalue			
Työ, työkoneet			
Työstä vastaava henkilö		Organisaatio	Puh
Maadoituksen teosta vastaava henkilö		Organisaatio	Puh
Sähköturvallisuus henkilö		Organisaatio	Puh
Jännitekatkopyynnön tekijä		Organisaatio	Puh
Ryhmityskaavion päivityksestä vastaava henkilö		Organisaatio	Puh
Luvan katkoon antaa		Kuittauspaikka	
Muut tiedot			
Korvattava vetovoima	-vak	-lisä	
Lisätiedot			
Muita merkintöjä	Rullaus	-alkaa suuntaan	-alkaa suunnasta
		-päätyy	päätyy
Katkon voi suorittaa liikenteen puolesta			
Päätymäadoitukset	sijainti	ja	Allekirjoitus
Työmaadoitukset	sijainti	ja	
Kytkenän suorittaa			
Katko nro		Pvm	Katkoaika
Kytkentä "auki"	Suoritettu klo	Kytkentä "kiinni"	Suoritettu klo
Maadoitukset tehty sekä selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat	/ 20__ Klo	Ilmoitti	
		Ilmoituksen vastaanotti työstä vastaava henkilö	
Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta	/ 20 Klo	Ilmoitti työstä vastaava henkilö	
		Ilmoituksen vastaanotti	

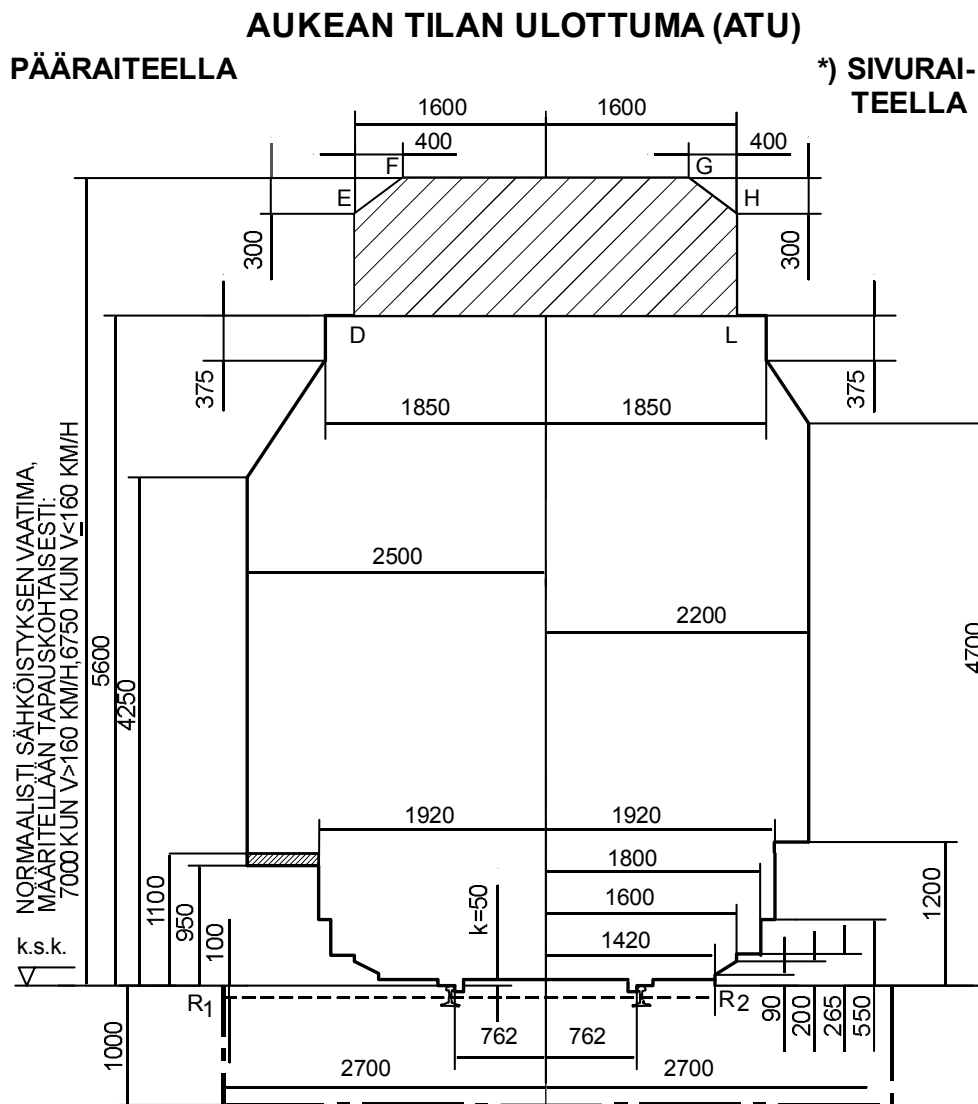
## Paluujohtimen erottaminen viereisen raiteen paluujohtimesta



# Ajo- ja paluujohtimen siirrettävät työmaadoitusvälineet



# Aukean tilan ulottuma



Aukean tilan ulottuma on samanlainen pää- ja sivuraiteella korkeuteen 950 mm asti.

Kaarteessa ulottuman puolileveyksiä on kasvatettava kaavan  $\frac{360000}{R} + \frac{HD}{1600}$  mukaan.

- rajaviiva aukean tilan ulottumalle
  - - - - - rajaviivan yläpuolella sallitaan vain vaihteiden ja turvalaitteiden osia, tasoristeysten päällysteitä yms.
  - - - - - rajaviivan yläpuolella ei sallita rataan kuulumattomia perustuksia, köysiä, putkijohtoja, kaapeleita ym.
- $u_{\min} = 41$   $u + \Delta G =$  laippauran levitys kaarteessa

$k = 50$  mm, kun pystysuoran pyör.säde  $s > 1000$  m

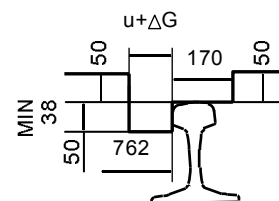
$k = 0$  mm kun pystytason pyör.säde  $s = 500$  m

$k$  kasvaa lineaarisesti 0... 50 mm pyör.säteeseen

kasvaessa vastaavasti 500...1000 m

sähköistetyt ja sähköistettävät raiteet

alue, johon saa asentaa vain radan merkkejä ja opastimia

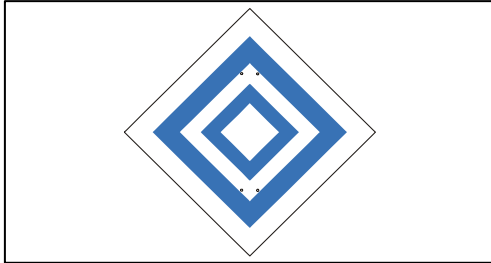


LAIPPAURA

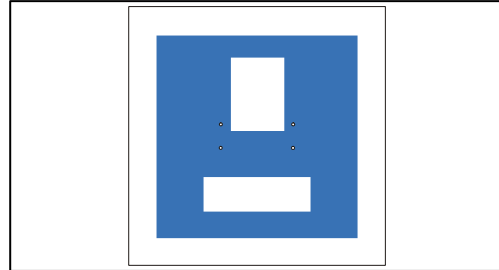
\*) Rautatieliikennepaikalla on oltava vähintään yksi raide, joka täyttää kiinteiden esteiden osalta suurkuljetusraiteen ulottuman.

# Sähköradan merkkejä

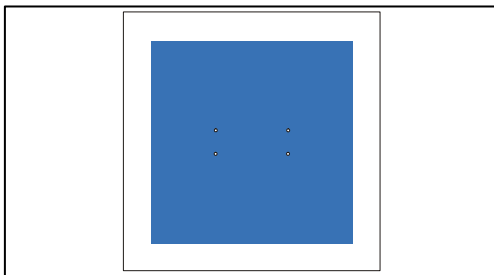
## LIIKENNÖINTIIN VAIKUTTAVAT MERKIT



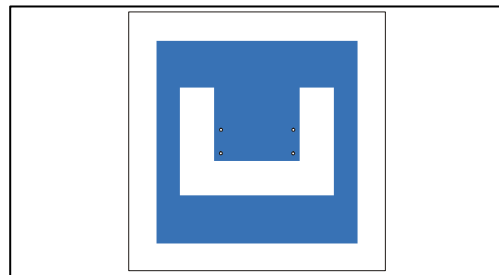
**Ajojohdin päättyy.**



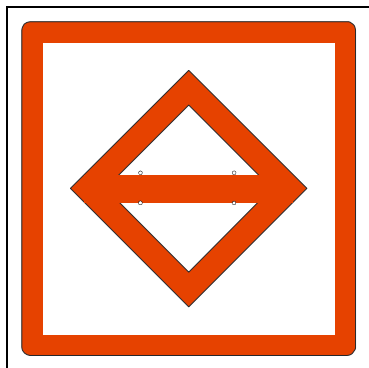
**Erotusjakso alkaa.**



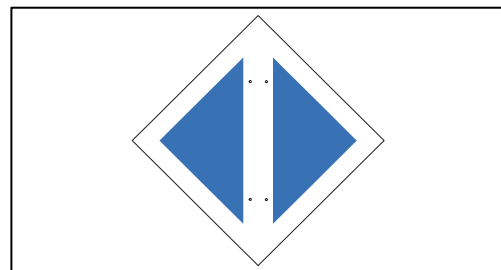
**Erotusjakson etumerkki.**



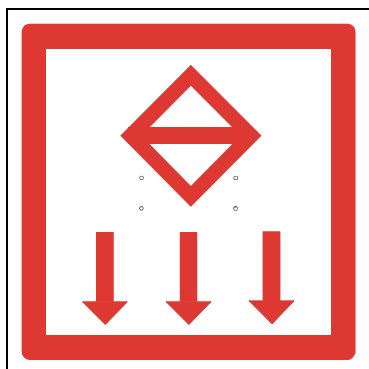
**Erotusjakso päättyy.**



**Laske virroitin.**



**Nosta virroitin.**



**Laske virroitin -merkin etumerkki**

## Sähköradan merkkejä

### URAKOINTIIN JA KUNNOSSAPITOON VAIKUTTAVAT MERKIT



Ajolangan korkeus alle 6,0 m.



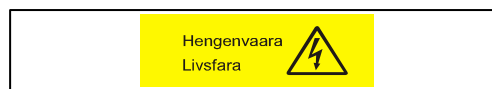
Ryhmityseristinmerkki.



Kuormausaluemerkki.



Vaarallinen jännite –merkki.



Hengenvaaramerkki.



Sähköradan rakennustyön  
varoituserkki.





ISSN-L 1798-663X  
ISSN 1798-6648  
ISBN 978-952-317-209-8  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto